

Univerzita Karlova v Praze

Přírodovědecká fakulta

Ústav pro životní prostředí

Studijní program Ekologie a ochrana prostředí

Studijní obor Ochrana životního prostředí



Bakalářská práce

Ekologie alergenů roztočů v životním prostředí člověka

Ecology of mite allergens in the human environment

Martina Holenková

Školitel: Mgr. Tomáš Erban

Interní konzultant: Doc. Ing. Jan Frouz, CSc.

Září 2009

Prohlášení

Prohlašuji, že předkládanou bakalářskou práci jsem vypracovala samostatně pod vedením uvedených školitelů. Veškerou použitou literaturu a další zdroje, z nichž jsem citovala jsou uvedeny v seznamu použité literatury.

V Praze dne 28.8.2009

Holkové

Poděkování

Ráda bych touto cestou vyjádřila své poděkování Mgr. Tomáši Erbanovi jako svému školiteli za odborné vedení, neocenitelné rady a ochotu při zpracování této bakalářské práce. Poděkování se týká nejen profesního přístupu, ale také důležité morální podpory.

Dále bych ráda poděkovala Doc. Ing. Janu Frouzovi, CSc. jako mému internímu konzultantovi při zpracování této práce.

Abstrakt

Alergie jsou celosvětovým problémem a alergická onemocnění mají neustále vzestupný trend. V životním prostředí člověka se vyskytuje řada látek, u nichž je prokázán alergenní účinek a mnoho dalších je z alergenního účinku podezřelých. Za jeden z největších problémů současné alergologie jsou považovány alergeny téměř všudypřítomných synantropních roztočů, které představují 9% z celkového počtu popsanych alergenů. Tito roztoči se vyskytují jak v prachu domácností, tak v uskladněných potravinách. Prachoví roztoči, jejich exkreta a exkrementy jsou klíčovým zdrojem prachových alergií a reaktivita na některé jejich alergeny přesahuje v lidské populaci 90%. Skladištní roztoči nabývají v posledních letech na významu a jsou často spojováni s pracovními alergiemi na farmách, v mlýnech, pekárnách a dalších řetězcích potravinového průmyslu. Skladištní roztoči mohou navíc způsobit alergické problémy při požití kontaminovaných potravin. Medicinální nebezpečnost roztočů je podtržena také tím, že rozšiřují patogenní mikroskopické houby a bakterie, se kterými jsou asociováni. V této práci byly sumarizovány poznatky o jednotlivých druzích synantropních roztočů, jejich biologii, prokázanych roztočových alergenech a rizikem spojeným s infestací potravin roztoči. V práci je také uveden aktuální přehled roztočových alergenů. Dále jsou v práci řešeny možnosti eliminace alergenů.

Abstract

Allergies are worldwide problem and allergenic diseases have increased in past few years. Many allergenic substances are described in human environment and many substances are supposed to be allergenic too. Among all the allergens, the allergens of synanthropic mites are the most important pollutants covering about 9% of total allergens. The synanthropic mites are found in both house dust and stored products. Nowadays, the house dust mites as well as their fragments and excretory products are the most important allergens showing reactivity of humans more than 90%. Recently, stored products mites have becoming more important because they cause occupational allergenic diseases of farmers, millers, bakers and other food industry operators. In addition, stored product mites can cause allergenic diseases after food consumption. The medical importance of mites is supported by the fact that they contaminate the environment by pathogenic microscopic fungi and bacteria. The information about biology, species spectra, allergens and risks joined with infestation of human environment by the mites are reviewed. The main part of this work is dedicated to describing of mite allergens. The recent summary of mite allergens is mentioned. In addition, the possibility of elimination of allergens is discussed.

Obsah:

1. Úvod	7
2. Úvodem o roztočích	8
2.1 Původ acarididních roztočů.....	9
2.2 Anatomie, pohlavní dimorfismus.....	9
2.3 Vývoj roztočů a stadium hypopa.....	10
2.4 Biologie synantropních roztočů	12
3. Skladištní a prachoví roztoči	14
3.1 Skladištní roztoči.....	14
3.1.1 Charakteristika čeledi Acaridae (Skladokazovítí).....	16
3.1.2 Charakteristika čeledi Glycyphagidae.....	18
3.1.3 Čeleď Carpoglyphidae	19
3.2 Prachoví roztoči.....	19
3.2.1 Charakteristika čeledi Pyroglyphidae.....	20
4. Ekonomický a medicínální význam synantropních roztočů	21
5. Alergie, alergická onemocnění	22
5.1 Alergická reakce.....	24
5.1.1 Imunoglobulin E (IgE)	25
5.2 Alergie na roztoče	25
6. Alergeny	27
7. Alergeny skladištních a prachových roztočů	28
8. Možnosti eliminace alergenů v životním prostředí člověka	32
9. Závěr	34
10. Seznam literatury	35
11. Přílohy	41
11.1 Fotografie roztočů	41

1. Úvod

Synantropní členovci jsou nedílnou součástí životního prostředí člověka. Tito roztoči nejsou jen pasivní součástí prostředí, ale aktivně ovlivňují člověka jak ze zdravotního tak z ekonomického hlediska. Nejvíce početnou a nejčastěji se vyskytující skupinou členovců jsou synantropní roztoči. Synantropní roztoče můžeme rozdělit na skladištní a prachové. Skladištní roztoči jsou významní hlavně tím, že infestují skladované potraviny. Z tohoto důvodu jsou pak potraviny znehodnoceny a následně může být, při požití takto infestovaných potravin, u člověka vyvolána alergická reakce. Prachoví roztoči ovlivňují životní prostředí člověka přítomností v domácím prachu a masivní produkcí zdraví nebezpečných alergenů.

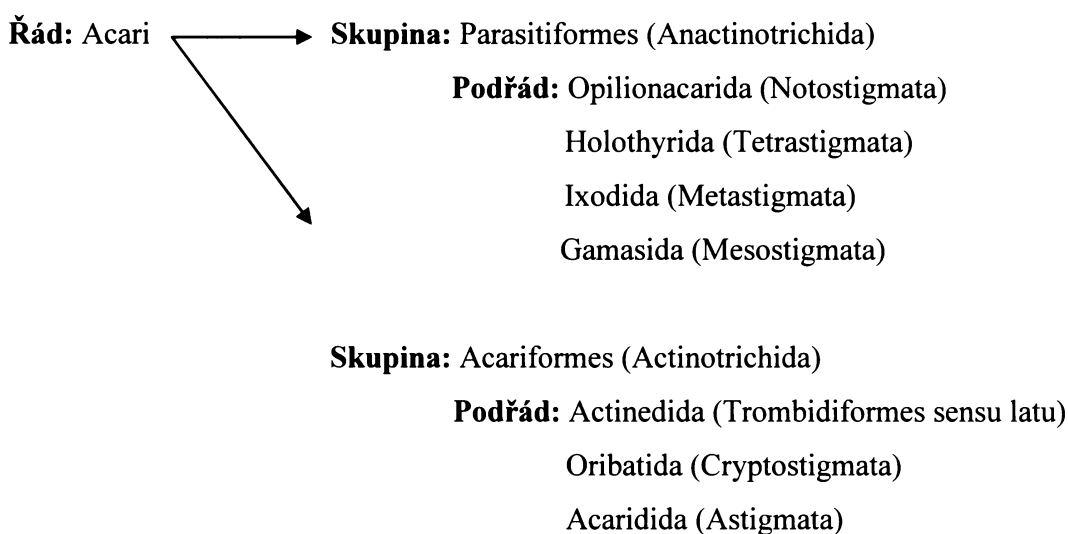
Hlavním důvodem proč jsou roztoči diskutováni je nejčastěji to, že jejich exkřety způsobují alergické reakce. Zdrojem alergenů jsou podle posledních výzkumů hlavně exkrementy prachových a skladištních roztočů. Velkou výzvou současné vědy je výzkum nově nalezených alergenů a jejich rozdělení podle biochemické funkce. Tato práce má za cíl sumarizovat základní poznatky týkající se roztočů a jejich alergenů, ekonomického a medicínálního významu roztočů a možnosti eliminace alergenů.

2. Úvodem o roztočích

Roztoči jsou druhově velmi bohatý řád kmene členovců (Arthropoda), podkmene klepítkatců (Chelicerata) a třídy pavoukoců (Arachnida). Členovci jsou nejpočetnější živočišný kmen na světě a jejich hlavním znakem je článkované tělo a končetiny. U členovců je většinou tělo rozděleno na 3 hlavní části: hlavu (cephalon), hrud' (thorax) a zadeček (abdomen), což u roztočů nelze úplně rozlišit. Jejich velikost se pohybuje v rozpětí od 0,09 do 30mm (Alberti & Coons, 1999).

V současné době bylo popsáno okolo 45 000 druhů, což představuje asi 5 % z celkového odhadovaného počtu druhů (Walter *et al.*, 1996). Obyvají nejrůznější stanoviště a využívají nejrůznějších životních strategií. Volně žijící roztoči mohou být fytofágní, mykofágní, saprofágní, nekrofágní, koprofágní nebo také predátoři (Alberti & Coons, 1999). Zvláštní skupinu tvoří tzv. synantropní roztoči, kteří se v průběhu evoluce specializovali na život v příbytcích člověka. Tito roztoči jsou, až na některé výjimky (např. *Blomia tropicalis*), vesměs kosmopolitní. Pro laickou veřejnost jsou známi hlavně jako původci alergií v domácnostech, méně známí jako zemědělské škůdci. Hlavně v zemědělství jsou neprávem přehlíženi, neboť jsou minimálně stejně nebezpeční původci alergenních onemocnění (Alberti & Coons, 1999).

Rozdělení řádu roztočů je nejednotné, ale nejčastěji se používá následující rozdělení (Erban, 2006):

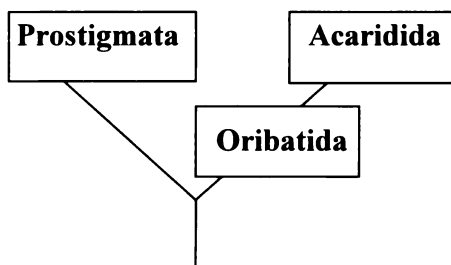


2.1 Původ acarididních roztočů

Nejstarší fosílie roztočů pochází z období devonu. Kdysi se považoval podřád Acaridida, kam řadíme synantropní roztoče, za polyfyletický nebo alespoň parafyletický. Dnes je tento podřád považován za monofyletický. Obrázek 1 znázorňuje dnes nejpravděpodobnější uskupení třech podřádů skupiny Acariformes (Norton, 1998).

Roztoči se v blízkosti člověka začali objevovat zřejmě s jeho přechodem od lovců a sběračů k usedlejší formě života. Tento proces odpovídá neolitické revoluci, která probíhala na Středním východě mezi 10. a 8. tisíciletím př.n.l. V této fázi lidé začínali uskladňovat potraviny, čímž vytvářeli vhodné prostředí pro skladištní škůdce, a tudíž i skladištní roztoče. Z toho vyplývá, že roztoči mají původ v přírodním prostředí, odkud se šířili do lidských obydlí (O'Connor, 1979).

Obrázek 1: Schéma příbuzenských vztahů ve skupině Acariformes, kde jsou Oribatida jako předci Acaridida (Norton, 1998)



2.2 Anatomie, pohlavní dimorfismus

Roztoči jsou velmi diverzifikovaná skupina, nicméně diferenční diagnóza řádu roztoči může být shrnuta do následujících bodů:

- Šestinohé larvální stádium
- Tři osminohé stádia nymfy (různě zkrácené u odvozených taxonů)
- Ztráta vnějšího důkazu opisthosomální segmentace, tj. bez ternitů nebo sternitů
- Stádium hypopa (vymizelo však u mnoha odvozených taxonů)

(Walter *et al.*, 1996; Alberti & Coons, 1999)

Anatomii trávicího traktu roztoče podřádu Acaridida znázorňuje obrázek 2. Roztoči mají oddělené pohlaví, samci a samice se od sebe často velmi liší a zpravidla je samice větší než samec. U samic jsou rýhy podél pohlavního otvoru dlouhé nebo je otvor kryt jednou nebo dvěma destičkami, zatímco u samců jsou rýhy podél pohlavního otvoru krátké (Hughes, 1976; Alberti & Coons, 1999). Přijímání potravy se účastní chelicery, potrava pak putuje přes pharynx a oesophagus do ventriculus, kde je vytvořen potravní balíček zapouzdřený peritrofickou membránou. Hlavní část trávení probíhá ve ventriculus a slepých výběžcích střeva zvaných caeca, kde je také nejvhodnější pH pro trávicí enzymy. Strávená potrava pokračuje dále přes colon a intercolon a postcolon do anal atrium, odkud jsou neztrávené zbytky vyloučeny exkrementy (Erban & Hubert, 2009b; Šobotník *et al.*, 2008).

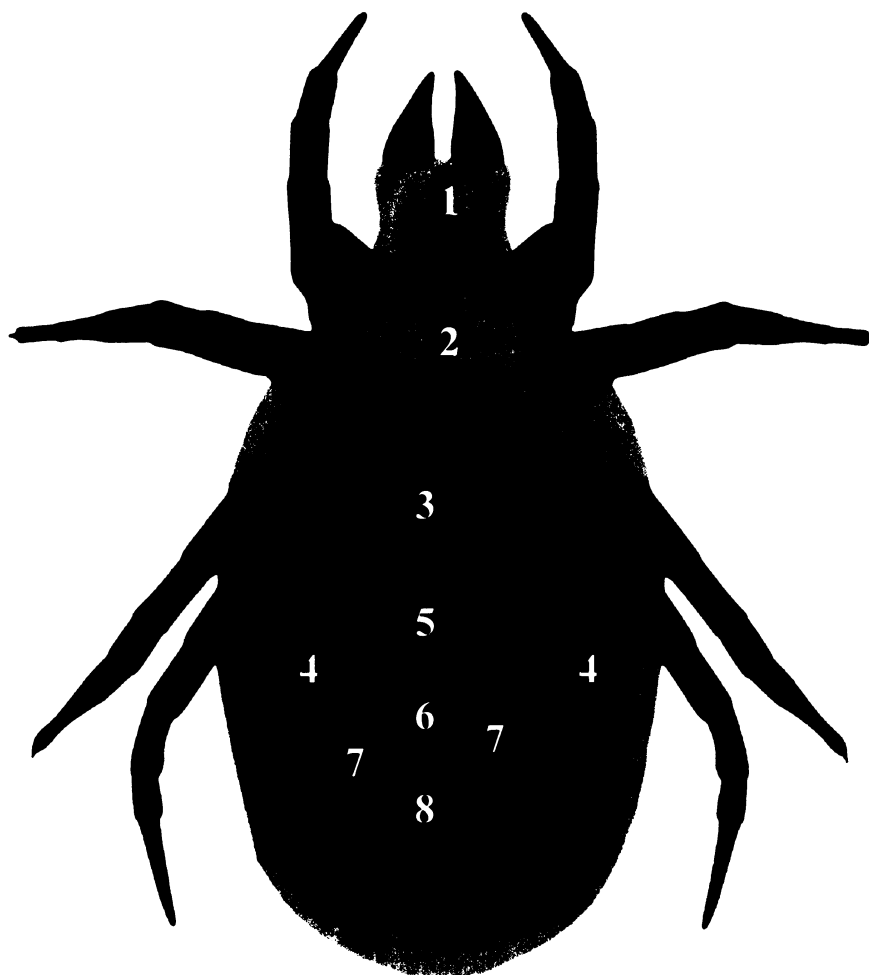
Roztoči dýchají buď celým povrchem těla (Astigmata) nebo pomocí trachejí. U roztočů se vyvinula poměrně nízká tolerance k suchému vzduchu, a proto většina roztočů reaguje na snížení vlhkosti vzduchu (Hughes, 1976).

Roztoči vylučují exkrety několika cestami: vylučují sekrece postranní žlázy (lateral gland), produkují exkrementy a kladou vajíčka. Vajíčka zřejmě nejsou v domácím prachu klíčovým zdrojem alergenů. U postranní žlázy je potřeba dalších studií (Platts-Mills & de Weck, 1989).

2.3 Vývoj roztočů a stadium hypopa

Vývoj roztočů znázorňuje obrázek 3. Vývoj je převážně přímý, od vajíčka, přes šestinohou larvu, dále přes jedno až tři stádia osminohé nymfy až po osminohého dospělého. Každé stádium nymfy je odděleno klidovou přestávkou nebo-li diapauzou. Tyto tři stádia nymfy jsou označovány jako protonymfa, deutonymfa a tritonymfa (Hughes, 1976). Vývoj může probíhat buď od protonymfy přímo k tritonymfě, nebo se z protonymfy vyvine hypopus a z něho tritonymfa. U některých druhů vzniká místo deutonymfy za určitých podmínek zvláštní stádium tzv. hypopus, který je plochý, oválný a s přísavnou deskou, díky které se může přichycovat na hmyz a šířit se na nová stanoviště. U druhů specializovaných na savce se nachází zařízení, kterým se hypopi přichycují na srst. Hypopi některých druhů jsou nepohybliví (přichycovací orgán je pak zakrnělý) a jejich úkolem je přetrvávat nepříznivé podmínky. Větší množství hypopů se obvykle objevuje při nedostatku potravy, přemnožení apod. (Alberti & Coons, 1999).

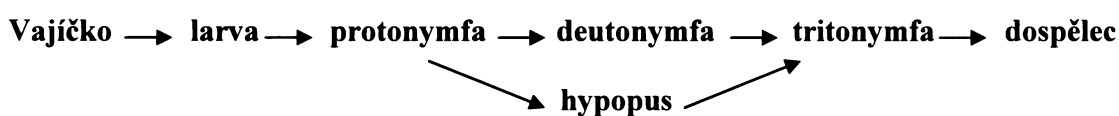
Obrázek 2: Anatomie trávicího traktu roztoče *Acarus siro* (pohled shora), podle Šobotníka *et al.* (2008)



- Popis obrázku 2:**
- 1) pharynx
 - 2) oesophagus
 - 3) ventriculus
 - 4) caeca
 - 5) colon
 - 6) intercolon
 - 7) postcolon diverticula
 - 8) postcolon

Hypopus se od dospělé liší hlavně tím, že má neprůchodnou trávicí soustavu, protože nepřijímá potravu. Končetiny má krátké a tělo pokryto sětami. Hypopus slouží jako disperzní stadium a stadium pro přečkání nepříznivých podmínek. Jedná se v podstatě o analogii cyst. Jako foronti mohou sloužit např. hlodavci, či blechy. Díky existenci tohoto extrémně odolného stadia je velmi složitá kontrola těchto roztočů (Anonymous 1; Corente & Knülle, 2003; O'Connor, 1982).

Obrázek 3: Vývoj roztoče



2.4 Biologie synantropních roztočů

Řada roztočů tvoří významnou složku edafonu. Početnost roztočů a různorodé ekologické vztahy od saprofágie až po parazitizmus podmiňují společenstva, která výrazně ovlivňují dění v půdě (Luxton, 1972). Jsou také významnými vektory nebo mezihostiteli různých choroboplodných zárodků. Jinou důležitou vlastností je jejich velká rozmnožovací schopnost, spojená s rychlostí vývoje zvláště u některých parazitických i fytofágních skupin (Norton, 1998). Máloučetná živočišná skupina má tolik forem, které se dokázaly přizpůsobit synantropnímu životu, jako je tomu právě u roztočů. Vedle typických synantropů je celá řada skupin, u nichž stále častěji nalézáme druhy, které se postupně přizpůsobují životu v nejrůznějších zařízeních vytvářených člověkem po celém světě (hemisynantropní druhy). Osidlují spontánně obydlí člověka, buď vedeni možnostmi přiživovat se na potravě shromažďované člověkem (komezálkové), nebo přitahováni existencí domácích a synantropních zvířat a jejich činností (koprofágní a saprofágní druhy), nebo hledající úkryty. Synantropní roztoči jsou tedy spontánními členy sídliště člověka. Se synantropizací roztočů souvisí i jejich výskyt v prachu bytů, který se shromažďuje v příhodných místech. Zde najdeme hlavně zástupce čeledi Pyroglyphidae, zvláště rod *Dermatophagoides* (Rosický, 1979).

Biologii Acaridida můžeme do jisté míry připodobnit jejím velmi příbuzným roztočům Oribatida. Luxton (1972) uvádí, že u skupiny Oribatida, která je nejčastěji spojována s půdním prostředím, můžeme definovat několik hlavních a vedlejších potravních skupin. Hlavní potravní skupiny jsou makrofytofágové (žijí se výhradně rostlinným materiálem), mikrofytofágové (žijí se výhradně mikroflórou) a panfytofágové (kombinující všechny nebo některé podskupiny). Mezi makrofytofágy můžeme zařadit xylofágy (požirají dřevní hmotu) a fytofágy (požirají listový opad). Mezi mikrofytofágy pak můžeme zařadit mykofágy (požirají houby - mikromycety a kvasinky), bakteriofágy (požirají bakterie) a fykofágy (požirají řasy). Do vedlejších potravních skupin řadíme zoofágy (žijí se živým zvířecím materiálem), nekrofágy (žijí se zdechlinami) a již zmíněné koprofágy (žijí se exkrementy).

S jevem synantropizace se setkáváme i u roztočů napadajících skladované zboží organického původu všeho druhu. Roztoči napadají skladované produkty nezpracované (obilí, zelenina, ovoce, textilní rostliny, seno atd.) i zpracované (mouka, sýry, víno, sušené ovoce atd.). Těmito nebezpečnými škůdci jsou především četní roztoči čeledi Acaridae – skladokazovití, kteří se rychle rozmnožují, snadno se rozšiřují z místa na místo. Jejich hypopus přežívá ve stadiu latence až několik let, lehce se stává zdrojem nové kontaminace a odolává běžným dezinfekčním opatřením. Svou činností snižují kvalitu skladovaných potravin, které se tím stávají nebezpečné pro člověka. Znečišťují je jak svými těly, tak různými sekrety, exkrementy a exuviemi. Napadání skladovaných produktů roztoči představuje na celém světě mimořádný problém (Rosický, 1979).

Důležitou roli hrají v životní strategii synantropních roztočů jejich trávicí enzymy, které slouží jako nástroje při získávání látek pro získávání energie, která je transformována na obstarávání životních funkcí, růst a rozmnožování. V průběhu evoluce se u roztočů vyvinula adaptace na určitý druh potravy (Erban & Hubert, 2008; Erban *et al.*, 2009a). Jedněmi z klíčových trávicích enzymů u roztočů jsou proteázy, které slouží při degradaci proteinů na aminokyseliny (Sanchez-Ramos *et al.*, 2004). Dalším důležitým a v přírodě hojným zdrojem potravy jsou uhlovodíky (karbohydráty, cukry), které jsou degradovány na konečný produkt - monosacharidy, především glukosu. Nejvýznamnějším zdrojem glukosy je škrob, který roztoči tráví pomocí α -amyláz a α -glukosidáz. Typičtí skladištní roztoči vyskytující se v obilí jsou pak na trávení škrobu lépe adaptováni než druhy preferující jiné prostředí (Erban *et al.*, 2009a). Důležitou složku potravy tvoří mikroorganismy množící se na rozkládajícím se materiálu bakterie (Erban & Hubert, 2008) a mikroskopické houby (Hubert *et al.*, 2003). Roztoči mohou trávit bakterie díky bakteriolytickým enzymům, především lysozymu, který je

schopen rozkládat peptidoglykan (murein), přítomný v buněčné stěně bakterií (Erban & Hubert, 2008). Klíčové pro trávení je kromě enzymů také prostředí střeva, jehož základní charakteristiku pro funkčnost enzymů tvoří pH, pohybující se pro synantropní roztoče ve středně a slabě kyselé oblasti (Erban & Hubert, 2009b)

3. Skladištní a prachoví roztoči

Skladištní a prachoví roztoči jsou vesměs kosmopolitní. Vzhledem k člověku jsou ovšem jako synantropní nejčastěji diskutováni skladištní a prachoví roztoči. V podstatě neexistuje striktní rozdělení na prachové a skladištní, nicméně toto rozdělení vyjadřuje do jisté míry preferované místo výskytu v obydlích člověka.

3.1 Skladištní roztoči

Skladištní roztoči běžně zamořují všechny typy skladovaných rostlinných produktů, mléčných i masných výrobků. Přehled jejich výskytu, optimální teplotu a optimální vlhkost u nejběžnějších druhů shrnuje tabulka 1. Za dobrých podmínek (preferují vlhčí prostředí) se mohou rychle rozmnožit. V závislosti na dobrých podmínkách mohou dokončit svůj životní cyklus již za několik dní (Rosický, 1979). S tím, v jakém prostředí jednotlivé roztoče najdeme, souvisí jejich potravní preference. Skladištní roztoče proto najdeme převážně v zemědělském prostředí, kde způsobují pracovní alergie u farmářů a pracovníků s obilninami. Nejen farmáři či pracovníci s obilím mohou trpět pracovními alergiemi, ale také pekaři a lidé pracující ve stájích apod. (van Hage-Hamsten & Johansson, 1992). Byli také zaznamenáni jako původci alergií v městských obydlích, jak v tropických a subtropických oblastech, tak v oblastech mírného pásma. Na rozdíl od prachových roztočů se tyto roztoči živí především rostlinným materiálem (Olsson & van Hage-Hamsten, 2000; Erban *et al.*, 2009a). Napadají skladované potraviny rostlinného původu, které jim poskytují energii hlavně ve formě škrobu. Škrob mohou roztoči rozkládat pomocí α -amyláz a α -glukosidáz. Tyto enzymy jsou přítomny jako alergeny (skupina 4, viz tabulka 3) nejen v tělech, ale i v exkrementech, kde byla zjištěna jejich vysoká enzymatická aktivita (Erban *et al.*, 2009a).

Proti těmto škůdcům se jako prostředek biologické kontroly používají roztoči rodu *Cheyletus*. Rod *Cheyletus* patří do podřádu Trombidiformes, skupiny Acariformes. Všechny tyto roztoče můžeme najít v hnízdech obratlovců nebo ve skladovaných potravinách a jsou považováni za akarofágní predátory. Nejběžnější jsou druhy *Cheyletus eruditus* a *Cheyletus malaccensis*. (Cebolla *et al.*, 2009).

Nejběžnější jsou zástupci čeledí Acaridae a Glycyphagidae (Hughes, 1976). Nejčastěji se v zemědělství setkáváme s těmito druhy: *Acarus siro*, *Lepidoglyphus destructor*, *Glycyphagus domesticus* a *Tyrophagus putrescentiae* (van Hage-Hamsten & Johansson, 1992).

Pracovní alergie pak nezpůsobují jen tyto nejběžnější druhy, ale také například druhy *Tyrophagus longior*, *Aleuroglyphus ovatus*, *Suidasia medanensis*, *Chortoglyphus arcuatus* a *Carpoglyphus* sp. (Arlian, 2002). *Acarus siro* způsobuje alergie u pekařů, *Tyrophagus putrescentiae* způsobuje alergie u obchodníků s potravinami, stejně jako *Glycyphagus domesticus* a *Carpoglyphus lactis* (z čeledi Carpo-glyphidae) způsobuje prokazatelně dermatitidu ze sušeného ovoce (Halliday, 2003).

Zástupci	Výskyt	Optimální teplota	Optimální vlhkost
čeleď Acaridae			
<i>Acarus siro</i>	obilí, mouka	22-26° C	83-86 %
<i>Tyrophagus putrescentiae</i>	houby, lněné semínko	23° C	87%
<i>Tyrophagus longior</i>	sýr, seno, sláma, včelí úl	23° C	87%
<i>Aleuroglyphus ovatus</i>	pšenice, kuřecí maso	23° C	87%
čeleď Glycyphagidae			
<i>Lepidoglyphus destructor</i>	obilí, mouka, osiva	20° C	81%
<i>Glycyphagus domesticus</i>	sušené rostliny, mouka	23°-25° C	80-90%
čeleď Carpo-glyphidae			
<i>Carpoglyphus lactis</i>	sušené plody, džem	25° C	85%
čeleď Chortoglyphidae			
<i>Chortoglyphus arcuatus</i>	domácnosti	25° C	70%

Tabulka 1: Přehled výskytu, optimální teploty a optimální vlhkosti u jednotlivých zástupců skladištních roztočů, podle Hughes (1976); Rosického (1979)

3.1.1 Charakteristika čeledi Acaridae (Skladokazovití)

Čeď Acaridae zahrnuje ekonomicky nejvýznamnější škůdce. Tělní brvy jsou téměř hladké. Podle umístění externích vertikálních brv dělíme čeď na dvě podčeďi: Acarinae - mají zmíněné brvy dlouhé, umístěné laterálně na vrcholu rostra a Rhizoglyphinae – mají tyto brvy krátké a posunuté poněkud dozadu (Rosický, 1979).

Všechny druhy jsou volně žijící. Často je můžeme nalézt u hmyzu nebo v hnízdech malých savců. Chlupy těchto roztočů jsou většinou hladké, někdy řídce hřebenovité. Povrch je hladký, hrubý nebo zesílený ve formě plátů a nerovnoměrně vrásčité (Hughes, 1976).

Zástupci této čeledi často napadají hlízy či cibule rostlin. Rod *Rhizoglyphus* takto napadá okrasné rostliny nebo hlízy brambor. Další zástupci zase napadají zpracované obiloviny (*Acarus siro*, *Tyrophagus putrescentiae*) nebo skladované maso a sušené ryby (*Lardoglyphus zacheri*, *Lardoglyphus konoii*) (Alberti & Coons, 1999; Hughes, 1976).

***Acarus siro* (Roztoč moučný) (Linnaeus 1758)**

Roztoč moučný patří k nejnebezpečnějším škůdcům skladovaného obilí a mouky, moučných výrobků, těstovin, krupice, ovesných vloček atd. Velké škody působí ve skladech sýrů. Napadá koření, krmiva, léčivé byliny nebo sušené ovoce. Napadené potraviny získávají velmi nepříjemný, štiplavý zápach z olejových žláz roztoče. Na povrchu těla přenáší mikroorganismy a spory hub. Silný výskyt může způsobit záněty očních sliznic a jiné alergické stavy (Rosický, 1979).

Roztoč moučný má vývojový cyklus dlouhý v průměru 35 dní. Ve vhodných podmínkách se zkracuje na 14 dní a ve zvláště nevhodných se prodlouží až na 120 dní. Optimální teplota je 22-26 °C a vlhkost 83-86 %. Při teplotě kolem 0 °C se vývoj zastavuje, teplotu -13 °C a +45 °C snáší jen 48 hodin (Rosický, 1979). Samičky mají oválnější tělo než samečci. U hypopa je vyvinuta pouze pohyblivá forma. Můžeme ho najít jen zřídka. Výskyt tohoto druhu velmi závisí na vlhkosti skladovaných potravin (Hughes, 1976). Dále bylo také zjištěno, že v poškozených zrnech, které měly obsah vody okolo 14 % a více, byl vyžrán klíček, zatímco u zrn s obsahem 13 % nebo méně byl klíček nedotčený (Solomon, 1946). U druhů *Acarus siro* a *Tyrophagus putrescentiae*, které byly chovány na obilí kontaminovaném plísněmi rodu *Eurotium* a *Aspergillus*, bylo zjištěno, že nejen že vyhledávali preferované plísně, ale také trávili podstatně velké procento spor těchto plísní (Griffiths *et al.*, 1959).

***Tyrophagus putrescentiae* (Roztoč zhoubný) (Schrank 1781)**

Roztoč zhoubný se živí především houbami. Při nedostatku však přijímá i stejné látky jako *Acarus siro*. Napadá nejčastěji látky s větším obsahem tuku a bílkovin jako lněné semeno, sušené žloutky, burské oříšky, sýr, šunku, těstoviny apod. Je velmi rozšířeným roztočem v laboratořích celého světa, kde se zvláště často objevuje v chovech hmyzu a v kulturách hub. Sporami, nalepenými na dlouhých vlečných brvách, kontaminuje živné půdy (Rosický, 1979).

Při teplotě 23 °C a relativní vlhkosti 87 % trvá vývoj dva až tři týdny. Při teplotě pod 10 °C se přestává rozmnožovat. Hypopi se u tohoto druhu nevyskytují (Rosický, 1979). Nejnižší relativní vlhkost, kterou tento druh toleruje je kolem 60 %. *Tyrophagus putrescentiae* stejně jako *Acarus siro* může nést životaschopné spory, které rozšiřuje v celém substrátu, kde se tento roztoč rozšiřuje (Hughes, 1976).

***Tyrophagus longior* (Gervais 1844)**

Od předchozího druhu se liší tím, že první páry brv jsou stejně dlouhé. Občas se vyskytuje v domácnostech, pravidelně pak ve včelích úlech (Rosický, 1979). Životní cyklus trvá jako u druhu *Tyrophagus putrescentiae* 3 týdny při teplotě 23 °C a relativní vlhkosti 87 %. Můžeme ho najít na sýru, ale také na skladovaných zrnech, senu a slámě, kde se jeho početnost na konci podzimu velmi zvyšuje (Hughes, 1976). Tento druh je řazen mezi 10 druhů dosahujících nejvyšší hustoty v trusu drůbeže a v chovných budovách brojlerů (Brady, 1970).

***Aleuroglyphus ovatus* (Troupeau 1878)**

Tento druh je běžný na pšenici, kuřecím masu, sušených rybích produktech, mouce a otrubách, kde může tvořit velké kolonie. Vyskytuje se také v myších norách, krtčích hnízdech a v chovných budovách brojlerů. Stádia hypopa se u celého rodu nevyskytují (Hughes, 1976).

U všech zástupců rodu *Aleuroglyphus* jsou velmi mohutné chelicery, zvláště u samců. Vzhledem k jeho vysokým nárokům na teplotu, dochází k přemnožení jen výjimečně, pak ale může způsobit velké škody (Rosický, 1979).

Při teplotě 23 °C, relativní vlhkosti 87 % a pšeničných zrnech jako potrava, trvá vývoj opět dva až tři týdny (Hughes, 1976). Kolem 20 °C se vývoj zastavuje (Rosický, 1979).



3.1.2 Charakteristika čeledi Glycyphagidae

Zástupci této čeledi jsou volně žijící živočichové, které můžeme najít spolu s hmyzem, malými savci nebo v hnízdech savců (Hughes, 1976). Tělní brvy jsou někdy u této čeledi hodně rozšířené nebo hustě zpeřené (Rosický, 1979).

***Lepidoglyphus destructor* (Roztoč ničivý) (Schrank 1871)**

Roztoč ničivý je jeden z nejběžnějších skladištních roztočů, který se často vyskytuje ve spojení s druhy *Acarus siro*, *Cheyletus eruditus* a *Cheyletus malaccensis* (Hughes, 1976).

Tento roztoč je velmi odolný proti suchu. Vlhkost substrátu může klesnout až pod 13 %. Optimum pro jeho vývoj je 20 °C a relativní vlhkost 81 %. Po 48 hodin snáší teplotu -12 a +43 °C. Pohybuje se nervózními, trhavými pohyby. Tvoří stádium hypopa, které snadno přežívá nízké teploty. Hypopus je nepohyblivý, bez přísavné desky, s krátkýma nohama. Škodí v obilí, mouce, osivech, semenech, sušeném ovoci apod. Kromě škod způsobených žírem, působí negativně také typický zápach způsobený napadením substrátu tímto roztočem. Pokud jeho dlouhé brvy zůstanou v potravinách, mohou být příčinou katarů u člověka i zvířat (Rosický, 1979).

***Glycyphagus domesticus* (Roztoč domácí) (De Geer 1778)**

Je to velmi rozšířený druh, který můžeme najít na sušených rostlinách, na zvířatech v domácnostech, v jejich hnízdech a stájích. Na pastvinách se tento roztoč nevyskytuje. Kromě zvířat se vyskytuje také v mouce, obilí, seně, lněném semínku, tabáku, sýru a šunce. U lidí způsobuje astma nebo dermatitidy. Životní cyklus trvá 22 dní při teplotě od 23 až 25 °C a relativní vlhkosti od 80 do 90 %. Nezávisle na vnějších podmínkách tvoří stádium hypopa a až 50 % protonymf může projít tímto stádiem. Stádium hypopa je také velmi odolné proti suchu jako u roztoče ničivého. V tomto stádiu může roztoč zůstat 5 dní až 6 měsíců nebo dokonce i několik let (Hughes, 1976). V domácnostech se může vyskytovat v čalouněném nábytku, kde se živí plísní ve zvlhlé výplni. Při zlepšení životních podmínek se velmi rychle množí. Je také přenašečem tasemnice *Catenotaenia pusilla*, jejíž dospělci žijí v hlodavcích (Rosický, 1979).

3.1.3 Čeleď *Carpoglyphidae*

Carpoglyphus lactis (Linnaeus 1758)

Roztoči tohoto druhu se často vyskytují na sušených plodech, džemech, marmeládách, starém sýru, vlhké mouce, hnilých bramborách, pivě, víně, v kyselém mléce apod. Dokáží se namnožit tak, že vytvoří na napadeném substrátu souvislou vrstvu. Působí často akutní zažívací poruchy. Vyvíjejí se jak na pevných, tak na tekutých látkách, zejména těch, které obsahují mléko a kyselinu mléčnou. Celý vývojový cyklus trvá jen 9-11 dní. Optimum pro vývoj má při teplotě 25 °C a relativní vlhkosti 85 %. Stádium hypopa je vzácné (Rosický, 1979).

3.2 Prachoví roztoči

Termín prachoví roztoči je dnes běžně užíván pro roztoče žijící v domácnostech, obsahujících jak prachové tak skladištní roztoče. Přehled jejich výskytu obsahuje tabulka 2. Roztoči se živí látkami bohatými na proteiny, což jsou u prachových roztočů primárně šupinky lidské kůže. (Olsson & van Hage-Hamsten, 2000). Prachoví roztoči, podobně jako skladištní, jsou dobře adaptováni na trávení bakterií a mikroskopických hub, které jim pomáhají v získávání energie ze substrátu, kterým se roztoči živí (Erban & Hubert 2008).

U prachových roztočů jsou významní především zástupci čeledi Pyroglyphidae. Společenstva roztočů, nacházející se v prachu domácností, jsou většinou tvořena jedním druhem, ale i vícedruhovými komplexy. Většinou se vyskytují zástupci rodu *Dermatophagoides* v kombinaci s roztoči skladištními, například *Acarus siro*, *Lepidoglyphus destructor* a *Tyrophagus putrescentiae*. Mimo tyto druhy se v mediteránu vyskytují druhy *Euroglyphus maynei* a *Blomia tropicalis*, kteří za příznivých podmínek mohou dosáhnout stejné početnosti jako druhy *Dermatophagoides* (Kudlíková-Křížková *et al.*, 2005).

Zástupci	Výskyt
čeleď <i>Pyroglyphidae</i>	
<i>Dermatophagoides pteronyssinus</i>	domácnosti
<i>Dermatophagoides farinae</i>	domácnosti, drůbeží maso
<i>Euroglyphus maynei</i>	domácnosti, holubníky
čeleď <i>Echimyopodidae</i>	
<i>Blomia tropicalis</i>	domácnosti

Tabulka 2: Přehled výskytu jednotlivých zástupců prachových roztočů, podle Hughes (1976); Rosického (1979)

3.2.1 Charakteristika čeledi Pyroglyphidae

Čeleď Pyroglyphidae zahrnuje drobné roztoče (dospělí 500-700 μm). Tito roztoči jsou trvalou součástí životního prostředí nejrůznějších obratlovců včetně člověka. Řada druhů je kosmopolitních, i když některé druhy mají užší ekologickou valenci (především tropické druhy). Za nejvýznamnější zástupce této čeledi můžeme považovat druhy: *Dermatophagoides pteronyssinus*, *Dermatophagoides farinae* a *Euroglyphus maynei* (Rosický, 1979).

Dermatophagoides pteronyssinus (Trouessart 1897)

Je to velmi drobný roztoč. Při relativní vlhkosti 70-90 % žije v lidských příbytcích, v prachu, v čalounění nábytku a zejména přímo v lůžkovinách a matracích. V postelích je množství roztočů asi 100 krát vyšší než v ostatních částech bytu. (Rosický, 1979). Živí se mykotickými organismy, které rostou na zrohovatělých odpadech lidské kůže a úlomcích vlasů. Nejhojněji se vyskytuje koncem léta. Jde o cizopasný druh. Někteří lidé jsou na jeho exkrementy alergičtí. Alergie se vyskytuje v podobě alergické rýmy nebo dermatitidy (Votava, 2003). Kromě šupin lidské a zvířecí kůže se živí také některými plísněmi (např. *Aspergillus*). Zdroje potravy jsou však pro něj také limitním faktorem, vzhledem k jejich nestálému přísunu. V populační dynamice hraje pravděpodobně významnou roli predace (Alberti *et al.*, 1991).

Množství roztočů v domácím prachu závisí na vlhkosti. Ve vlhčích bytech se vyskytuje více roztočů. Dochází také k sezónním změnám v počtu roztočů. Největší nárůst je na začátku léta a maxima dosahují na začátku podzimu. V průběhu zimy je jejich počet relativně konstantní (Hughes, 1976).

***Dermatophagoides farinae* (Hughes 1961)**

Tento druh se vyskytuje v sušších oblastech než *Dermatophagoides pteronyssinus* (Thomas *et al.*, 2004). U člověka však vyvolává stejné reakce jako *Dermatophagoides pteronyssinus*.

Můžeme ho najít v drůbežím mase, psím žrádle, kvasnicích, pšeničných otrubách apod. (Hughes, 1976).

***Euroglyphus maynei* (Cooreman 1950)**

Druh *Euroglyphus maynei* můžeme najít v oblastech mírného pásma, ale v menší míře než rody *Dermatophagoides* (Thomas *et al.*, 2004). Ve střední Evropě je hojný hlavně v nevětraných bytech, v holubnicích a v místech, kde žijí holubi ve větším množství (Rosický, 1979).

3.2.2 Čeleď Echimyopodidae

***Blomia tropicalis* (van Bronswijk, Cock & Oshima, 1973)**

Tento druh je významným prachovým roztočem hlavně v tropických a subtropických oblastech (Thomas *et al.*, 2004). Ačkoliv přecitlivělost na tento druh a jiné druhy jako *Blomia tjobodas*, *Blomia kulagini* nebo *Blomia thori* byla popsána i v mírném pásmu (Fernandez-Caldas, 2004).

4. Ekonomický a medicínský význam synantropních roztočů

Jak již bylo řečeno, roztoči způsobují jednak alergie samotné, ale i následné alergie z kontaminovaných potravin, kvůli znečištění skladištními roztoči. Následuje ale řada dalších problémů s nimi spojených.

Roztoči konzumovaní s potravou (např. obilí, mouka) mohou způsobovat akarotoxikózy. Přítomnost roztočů v některých potravinách může vést také k jejich rychlé

kontaminaci nebezpečnými plísněmi. Těla skladokazů (Acaridae) jsou kryty štětkami a vlásky, proto mohou tyto elementy vyvolávat u člověka dermatitidy, záněty spojivek, poškození dýchacích cest, koliky zažívacího ústrojí atd. Nejlákavější plísně pro roztoče (jako zdroj potravy) jsou také více rozšiřovány než ostatní (Hubert *et al.*, 2003). Výsledky také ukazují, že interakce mezi plísněmi a roztoči jsou závislé na druhu roztoče (Hubert *et al.*, 2003). Mimořádně významná je i role roztočů jako parazitů živočichů. Od mnohonožek a hmyzu až po savce není živočišná skupiny, která by nebyla roztoči parazitována (Rosický, 1979).

Z ekonomického hlediska jsou skladištní roztoči významní, protože napadají skladované potraviny. V České republice byl proveden výzkum na 514 jednotkách skladovaného obilí, který se zabýval složením a hustotou škůdců. Roztoči přítomni v obilí tvořili největší podíl ze všech škůdců, a to 92%. 60% přítomných roztočů patřilo mezi druhy produkující alergeny. Nejčastěji se vyskytovaly druhy *Acarus siro*, *Acarus faris*, *Tyrophagus putrescentiae* a *Lepidoglyphus destructor*. Tato studie potvrzuje, že roztoči jsou největším zdrojem alergenů ve skladovaném obilí v ČR (Stejskal & Hubert, 2008).

5. Alergie, alergická onemocnění

Alergie, ke kterým přispívají velkou měrou synantropní roztoči, je dnes běžné onemocnění postihující asi 40 % světové populace v jakémkoliv věku. Alergické reakce se navenek většinou projevují jako rýma, zánět spojivek, astma nebo atopická dermatitida. Mezi klinické symptomy můžeme zařadit otoky očí nebo nosu, často svědivé a vodnaté, erytém, ztížené dýchání, bolesti hlavy, kožní vyrážka a svědění. Alergie orálním kontaktem se projevuje jako bolesti břicha, průjem, zácpa a vyrážka. Vystavování alergenům může způsobit také systémovou reakci nebo anafylaxi (život ohrožující systémová alergická reakce). O osobách, které reagují na alergeny se říká, že jsou alergické nebo přecitlivělé (Arlan, 2002). Náznaky atopických onemocnění se projevují různě, asi nejběžnější je alergie na jídlo, která většinou odezní po dosažení vyššího věku (kolem 3 let). V tomto věku pak obvykle vzrůstají alergie na inhalované alergeny (Saarinen & Kajosaari, 1995).

Atopie je forma alergie, u které je podstatou vzniku porucha vztahu mezi Th1 a Th2 subpopulací pomahačských T lymfocytů. K tomuto jevu dochází v dětství a důležitými faktory vzniku jsou genetická predispozice a faktory prostředí (Savelkoul & Neijens, 2000).

Astma je závažné onemocnění dýchacích cest, které velmi často souvisí s alergiemi. Těmito alergiemi mohou být právě alergie na roztoče. Příčina vzniku astmatu není jasná, může se na ní podílet mnoho onemocnění. V jedné studii bylo zjištěno, že astma u pacientů přecitlivělých na domácí prach může být způsobeno opakovaným vdechováním živých prachových roztočů, kteří jsou schopni žít po nějakou dobu v průdušinkách plic. Aby se zásobili potravou, mohou vylučovat proteolytický enzym obsahující Der p 1, který zvyšuje uvolňování buněk. Roztoči se pak živí odlupujícími epiteliálními buňkami. Opakované zamoření provokuje alergickou reakci, která se projeví jako astma (van Woerden, 2004).

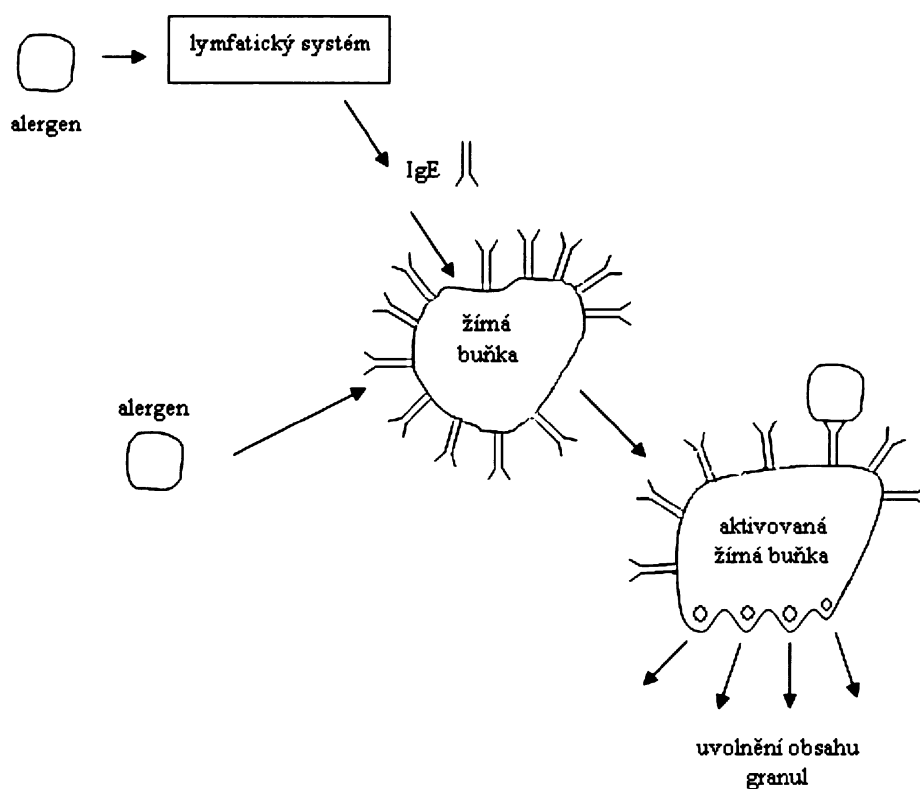
Vlivy na zdraví zřejmě nejsou stejné uvnitř měst a na okrajových částech města. Ve studii prováděné ve 120 domácnostech v Baltimoru v USA se porovnávaly rozdíly mezi obyvateli předměstí a měst. Ve městech byl větší výskyt myších a švábích alergenů, zatímco v okrajových částech byl větší výskyt alergenů prachových roztočů, psů a koček. Při porovnání domovů astmatických dětí z okrajových částí s domovy dětí ve městech, mají městské byty větší množství vzdušných alergenů a horší charakteristiky bytu, které je předurčují k vyššímu výskytu astma (Simons *et al.*, 2007).

Nižší rozšíření astmatu a rýmy bylo zjištěno, pokud dřívější vystavování se alergenům bylo méně intenzivní (Charpin *et al.*, 1991). Příkladem dopadu alergenů může být zvýšení výskytu astmatu z 0,1 na 7,3 % v určitých regionech Papuy. Tyto regiony s vyšším výskytem astmatu mají totiž také vyšší počet roztočů na gram domácího prachu (Turner *et al.*, 1988). Další studie zahrnující 67 dětí ukázala, že u 19 z 20, kteří ještě mají astma ve věku 10 let, hladina expozice alergenu Der p 1 byla během prvního roku života vyšší než 10 µg na gram prachu (Sporik *et al.*, 1990). Gelber *et al.* (1993) popisuje roli domácích alergenů u 114 dospělých astmatiků, kdy 38 % astmatiků, ale pouze 8 % kontrolních osob bylo alergických na jeden ze tří domácích alergenů (alergeny roztočů, koček a švábů). Tyto osoby měly také vysoké hodnoty příslušných alergenů v domácnostech (Gelber *et al.*, 1993).

5.1 Alergická reakce

Klíčovou událostí při rozvoji alergické reakce je vazba antigenu (zde označovaného jako alergen) na imunoglobulin třídy IgE navázaný na povrchu žírné buňky, čímž je tato buňka aktivována. IgE se v séru u zdravého jedince vyskytuje ve velmi malých koncentracích. Za normálních okolností se zřejmě uplatňuje zejména v obraně proti parazitům. U atopiků je tvorba IgE oproti běžné populaci zvýšena. Z imunologického hlediska je tvorba IgE řízena zejména cytokiny produkovanými Th2 lymfocyty (Litzman *et al.*, 2001).

Obrázek 4: Princip vzniku alergické reakce (Litzman *et al.*, 2001)



Proces, při němž dochází k setkání organismu s některým konkrétním antigenem a vzniku klonu B-lymfocytů produkujícího IgE namířeného proti tomuto alergenu, označujeme jako senzitivace. Pokud se molekuly IgE vytvořily, váží se na buněčné receptory pro tento imunoglobulin. Z alergologického hlediska mají největší význam receptory pro IgE přítomné na povrchu žírných buněk (mastocytů) a též bazofilních granulocytů (Litzman *et al.*, 2001).

Pokud se dříve senzitivovaný organismus opět setká s alergenem, dojde na povrchu žírné buňky k reakci mezi IgE a alergenem. Žírná buňka je aktivována, což se projeví uvolněním řady mediátorů (histamin, heparin, ..) (Litzman *et al.*, 2001).

5.1.1 Imunoglobulin E (IgE)

Má schopnost se vázat na receptory pro IgE na žírných buňkách (mastocytech). Pokud takto navázaný IgE reaguje se svým antigenem, dojde k aktivaci žírné buňky a uvolnění řady mediátorů, z nichž je nejdůležitější histamin a leukotrieny. Tato reakce je důležitou složkou alergické reakce (Litzman *et al.*, 2001).

5.2 Alergie na roztoče

Alergie na prachové roztoče je jedním z nejaktuálnějších problémů současné alergologie a imunologie, což potvrzuje řada studií a množství popsaných alergenů roztočového původu. Na některé roztočové alergeny je reaktivní i více než 90 % lidské populace, přičemž testovány jsou především populace městské (Arlian, 2002).

Lidé v rozvinutém světě tráví až 90 % svého času uvnitř budov, kde je většinou velmi špatné životní prostředí. Místnosti jsou dnes hlavně špatně ventilované a tím dochází ke zvyšování koncentrací jednotlivých alergenů. Dalším problémem pak je stabilní teplota udržovaná díky ústřednímu topení, která je ideálním prostředím pro růst roztočů. Také přítomnost koberců a bytového textilu je ideálním habitatem pro roztoče, který je prakticky nemožné důkladně vyčistit. Syntetické polštáře obsahují 7-8 krát více alergenů z roztočů či domácích mazlíčků než polštáře peřové. Nahrazení peřových polštářů syntetickými mohlo vysvětlovat 50 % nárůstu astmatu ve Velké Británii. Lidé také chovají mnohem více domácích mazlíčků, než tomu bylo dříve. Nárůst počtu alergických onemocnění tedy můžeme přisuzovat počtu domácích mazlíčků, i když jejich přítomnost v dětství může být naopak ochranná (Woodcock & Custovic, 2000).

V Evropě jsou ve vysokých nadmořských výškách nízké hladiny alergenů, protože okolní vlhkost je nedostatečná k namnožení populací roztočů. Byla provedena studie, kde se srovnával výskyt astmatu a pozitivních kožních testů na roztoče u osob žijících v Alpách a osob žijících u pobřeží moře. U osob žijících u pobřeží byl výskyt alergií na roztoče 4 krát

vyšší než u osob žijících ve vysoké nadmořské výšce (Charpin *et al.*, 1988). Výskyt prachových roztočů v matracích je také nižší v Alpách (0,36 µg/g prachu), než v matracích u pobřeží (15,8 µg/g prachu) (Charpin *et al.*, 1991).

Studie týkající se data narození označují první rok života jako nejnáchylnější období (Quoix *et al.*, 1988). V další studii se pak tvrdí, že existuje korelace u dětí mezi koncentrací hlavních alergenů roztočů (skupina 1) a hlavních alergenů koček (Fel d 1) (Warner *et al.*, 1991).

Jak již bylo řečeno, roztoči způsobují alergie. Tyto alergie mohou způsobovat buď roztoči z domácího prachu, nebo skladištní roztoči. U skladištních roztočů se těmto alergiím říká pracovní. Pracovní alergie způsobované roztoči *Lepidoglyphus destructor*, *Glycyphagus domesticus* a *Tyrophagus putrescentiae* souvisí u člověka s alergií na rod *Dermatophagoides*. Podle výzkumu prováděného na 133 pacientech alergických na rod *Dermatophagoides* vykazovala většina těchto alergických pacientů alergii také na skladištní roztoče. Ze 133 pacientů vykazovalo 98 pacientů alergickou reakci alespoň na jedno ze tří skladištních roztočů. Pacienti v této studii pocházeli z oblastí atlantského pobřeží ve Španělsku, kde je přecitlivělost na rod *Dermatophagoides* jednou z hlavních příčin alergických respiračních onemocnění. Přecitlivělost jedinců na skladištní roztoče tedy podle autora nesouvisí jen s pracovní expozicí (Bravo *et al.*, 1999).

U studie prováděné na ostrově Gotland v Baltském moři bylo zjištěno, že 12 % ze 440 testovaných farmářů mělo pozitivní reakci na skladištní roztoče *Acarus siro*, *Lepidoglyphus destructor*, *Tyrophagus putrescentiae* a *Glycyphagus domesticus* (van Hage-Hamsten *et al.*, 1985). Proto i profesní alergie jsou velmi významné z medicínálního hlediska a neměly by být opomíjeny.

Dalším problémem jsou alergické reakce na jídlo, které nejsou vždy způsobeny alergií na potraviny. To potvrzuje případ mladé ženy, která byla dovezena do nemocnice poté, co snědla polentu (jídlo připravované z kukuřičné mouky). Byly jí udělány alergologické testy (skin prick test) na běžné potraviny, zahrnující i pšeničnou mouku. Tyto testy byly negativní, ale ukázalo se, že pozitivně reaguje na roztoče. Z toho je ve studii usuzováno, že zdravotní problémy byly vyvolány z jídla kontaminovaného roztoči. Uvádí se také, že se v mnoha dalších pracech setkáváme s případy alergických reakcí vyvolaných z jídel, kde se vyskytovali roztoči. Všichni pacienti v těchto studiích byli přecitlivělí na alergeny roztočů a alergická reakce se dostavila vždy krátce po požití znehodnoceného jídla. Tyto zjištění také ukazují, že alergie na roztoče v jídle zůstává i po vaření. Ve většině z těchto studií byla hlavním zdrojem

alergenů roztočů pšeničná mouka. Tento studovaný případ tedy potvrzuje, že alergická reakce může být vyvolána z kukuřičné mouky znehodnocené roztoči (Bernd *et al.*, 2001).

Ve výzkumu prováděném ve Švédsku na 2 578 farmářích bylo zjištěno, že 6,2 % má alergii na skladištní roztoče. *Lepidoglyphus destructor* byl určen pomocí RAST (radioallergosorbent test) a bronchiálních testů jako významná příčina pracovního astma ve venkovském prostředí. Imunohistochemické studie také odhalily, že alespoň jeden alergen tohoto roztoče je spojen s trávením (van Hage-Hamsten *et al.*, 1994).

6. Alergeny

Alergeny jsou látky způsobující alergie. K místu účinku se mohou dostat tak, že jsou inhalovány (inhalačně), přijaty potravou (orálně) a absorbovány skrz kůži (kontaktně) nebo sliznicové membrány. V současnosti známe několik set alergenů způsobujících různé alergie. Tyto alergeny jsou jak z jídla, léků, pylů či roztočů. Imunogen je molekula, která je schopná vyvolat imunitní odpověď. Jako alergeny jsou pak označovány imunogeny, které vyvolávají imunitní odpověď IgE protilátek. Ve většině případů jsou alergeny proteiny nebo molekuly s mnoha proteinovými součástmi. Část alergenu rozpoznaná protilátkami a membránovými receptory je známá jako epitop nebo antigenní determinant. Epitop u alergenu je malý. Alergeny prachových roztočů, klíšťat, pylu, včelího žihadla, domácích mazlíčků, jídla nebo léků vyvolávají podobnou imunitní odpověď na buněčné úrovni. Klinické příznaky pak většinou závisí na tom, jakou cestou se do těla alergen dostal (Arlian, 2002).

Jestli je osoba přecitlivělá/alergická se zjišťuje pomocí kožního testování (skin prick test) nebo pomocí vzorku séra. U kožního testování se používají standardizované extrakty, které se vpichují do kůže na předloktí. Nanese se vždy jedna kapka příslušného alergenového extraktu. Poté se povrchová vrstva naruší lancetou tak, aby nedošlo ke krvácení. Odpověď se hodnotí pomocí měření velikosti kruhu a použití histaminu jako pozitivní kontroly (Platts-Mills & de Weck, 1989). Nejjednodušší vyšetřovací metodou je však anamnéza. Velmi důležitá je anamnéza rodinná, neboť bylo prokázáno, že výskyt alergií je často podmíněn geneticky. Mezi další méně časté vyšetřovací metody můžeme zařadit laboratorní vyšetření a funkční vyšetření plic (Litzman *et al.*, 2001).

7. Alergeny skladištních a prachových roztočů

Z celkového množství známých alergenů, zaujímají alergeny členovců 25%. V rámci členovců pak tvoří nejvíce alergenů roztoči. Roztoči produkují 9% z celkového množství známých alergenů (Hubert & Kudlíková, 2007). V současné době jsou za hlavní zdroj alergenů považovány exkrementy obsahující trávicí enzymy šířící se do okolí již za života roztoče (Tovey *et al.*, 1981; Harris *et al.*, 2004).

Dosud bylo popsáno 24 tříd alergenů produkovaných roztoči. Jednotlivé třídy alergenů jsou charakteristické podobnou molekulovou hmotností a především stejnou biochemickou funkcí. Tyto třídy shrnuje tabulka 3. Roztoči, kteří jsou zahrnuti v tabulce, jsou uváděni v databázi alergenů Allergen nomenclature spravované International Union of Immunological Societies, která je přístupná online na www.allergen.org. Názvy alergenů vychází z latinských názvů roztočů, z nichž jednotlivé alergeny pochází. Roztoči a jejich alergeny uváděné v tabulce jsou: *Acarus siro* (Aca sir), *Blomia tropicalis* (Blo tro), *Dermatophagoides farinae* (Der far), *Dermatophagoides microceras* (Der mic), *Dermatophagoides pteronyssinus* (Der pte), *Euroglyphus maynei* (Eur may), *Glycyphagus domesticus* (Gly dom), *Lepidoglyphus destructor* (Lep des) a *Tyrophagus putrescentiae* (Tyr put).

Mezi medicínálně nejvýznamnější alergeny patří skupina 1 a 2, tedy cysteinové proteázy a NPC2 skupina, jelikož na tyto alergeny je imunoreaktivní více než 90 % lidské populace. Proteázy můžeme rozdělit na cysteinové, serinové (trypsin, chymotrypsin a kolagenázy) a aspartátové, přičemž u roztočů se vyskytují cysteinové a serinové. Cysteinové proteázy jako skupina 1 byly charakterizovány u druhů *Blomia tropicalis*, *Dermatophagoides farinae*, *Dermatophagoides maynei*, *Dermatophagoides pteronyssinus* a *Euroglyphus maynei*.

Der p 1 je cysteinová proteáza produkovaná ve střevě roztoče, obdobně se chovají i cysteinové proteázy tohoto typu z jiných roztočů. Jedná se o tzv. cathepsin B-like cysteinovu proteázu (Meno *et al.*, 2005). Souvisí s trávením roztočů, a tím i produkcí exkrementů (Platts-Mills & de Weck, 1989). Tato proteáza svoji proteolytickou aktivitou poškozuje plicní epitel a umožňuje tak průnik cizorodých proteinů přes proteázou poškozené epiteliální buňky. Der p 1 inaktivuje přirozeně se vyskytující 1-antitrypsin inhibitor serinových proteáz. Inaktivace proběhne rozštěpením tohoto inhibitoru. 1-antitrypsin chrání plicní epiteliální buňky proti poškození, které způsobují endogenní nebo exogenní serinové proteázy. Der p 1 také ovlivňuje receptor PAR-1 na povrchu buněk respiračního epitelu. Tyto receptory jsou

v normálních podmínkách aktivovány endogenními proteázami a jejich aktivace exogenní proteázou (Der p 1) indukuje produkci cytokinů vedoucí ke vzniku protizánětlivé reakce (Kudlíková-Křížková *et al.*, 2005). Okolo 65 % astmatiků má alergii na prachové roztoče a přes 90 % jedinců alergických na prachové roztoče má IgE protilátky na Der p 1. Opakovaná expozice Der p 1 může vyvolat alergickou odpověď u alergických jedinců (van Woerden., 2004).

NPC2 skupina byla dříve označována jako lysozomy, později ještě jako lysozym-like proteiny, a to pro podobnou molekulovou hmotnost lysozymu, kolem 14 kDa. Lysozymová aktivita byla detekována u 14 druhů sledovaných druhů skladištních a prachových roztočů (Erban & Hubert, 2008). Alergeny druhé skupiny však nemají s lysozomy kromě podobné hmotnosti nic společného, neboť nevykazují lysozymovou (bakteriolytickou) aktivitu (Hakkaart *et al.*, 1997; Hakkaart *et al.*, 1998) Biochemická funkce alergenů druhé skupiny je zatím nejasná, homologie však naznačuje podobnost s tzv. NPC2 proteiny (Ichikawa *et al.*, 2005). Der f 2 byl lokalizován v cytoplasmě buněk středního střeva, v lumen mesodea a také v exkrementech, což zvýrazňuje jeho alergenní význam, neboť se šíří, podobně jako cysteinové proteázy roztočů, do okolí za života roztoče (Kudlíková-Křížková *et al.*, 2005; Jeong *et al.*, 2002). NPC2 skupina byla charakterizována u *Blomia tropicalis*, *Dermatophagoides farinae*, *Dermatophagoides pteronyssinus* a *Euroglyphus maynei*, *Glycyphagus domesticus*, *Lepidoglyphus destructor* a *Tyrophagus putrescentiae*.

Nově byla objevena a popsána tzv. duální funkce enzymových alergenů roztočů, především cysteinových (Der p 1, Blo t 1, Der f 1) a serinových (Blo t 3, Der f 3, Der p 3, Blo t 6, Der p 6, Der p 9) proteáz a Der p5. Kromě funkce „pasivního alergenů“, vyvolávají tyto proteázy alergické reakce prostřednictvím své enzymové aktivity (Kauffman *et al.*, 2006). Bylo prokázáno, že rozvoji alergické reakce lze zabránit tehdy, je-li jejich proteolytická aktivita zablokována inhibitory. Tyto enzymy se účastní trávicích procesů ve střevě roztoče, kde jsou zachyceny v potravě a dostávají se do exkrementů. Kromě těchto alergenů, ale existuje celá řada dalších alergenů z jiných roztočů, jejichž proteinové frakce jsou vázány IgE senzitivních pacientů. Alergeny těchto jiných druhů dosud nebyly biochemicky charakterizovány, ačkoliv lze předpokládat existenci unikátních IgE epitopů pro alergeny roztočů (Kudlíková-Křížková *et al.*, 2005).

Alergeny z roztočů, domácích mazlíčků či švábů mají odlišné aerodynamické vlastnosti. Alergeny roztočů (i švábů) můžeme objevit ve vzduchu po prudké disturbanci a

jsou převážně obsaženy na relativně velkých částicích (s průměrem $>10 \mu\text{m}$) (Woodcock & Custovic, 2000).

Některé alergeny skladištních a prachových roztočů mají stejnou biochemickou funkci, a nebo protilátky proti těmto alergenům vykazují křížové reakce (Olsson, 2000). Alergeny pocházejí jednak z těl roztočů a jednak z exkrementů. V exkrementech jsou enzymové alergeny stále proteolyticky aktivní, stabilní a jejich rozklad je v podmínkách domácností a skladů velmi pomalý (Sidenius, 2002). Dosud není známo, jak se mění proteolytická aktivita během degradace exkrementů. Přítomnost alergenů v exkrementech předpokládá i jejich přítomnost v trávicích procesech. Pak je zřejmé, že hlavními alergeny prachových roztočů jsou trávicí enzymy, které nejsou vázány na membrány trávicích buněk, ale jsou produkovány střevními buňkami a uvolňovány do lumen střeva. Ačkoli určité procento těchto enzymů je remobilizováno, zbytek, společně s nestrávenou potravou, prochází střevem v potravním balíčku až do fáze exkrementů (Tovey, 1990). Výskyt alergenů v prostředí je tedy dán nejen výskytem roztočů, ale i kumulací jejich exkrementů. Rozklad alergenů je pak v prostředí ovlivněn především vlhkostí a teplotou, což jsou limitující faktory pro společenstva koprofágních mikroorganismů žijících v exkrementech (Kudlíková-Křížková *et al.*, 2005).

Skupina	Molekulová hmotnost (kDa)	Biochemická funkce	Druhy								
			Aca sir	Blo t	Der			Eur may	Gly dom	Lep des	Tyr put
					far	mic	pte				
1	24-39	cysteinová proteáza		Blo t 1	Der f 1	Der m 1	Der p 1	Eur m 1			
2	14-16	NPC2		Blo t 2	Der f 2		Der p 2	Eur m 2	Gly d 2	Lep d 2	Tyr p 2
3	29-31	trypsin		Blo t 3	Der f 3		Der p 3	Eur m 3			
4	56-60	alfa amyláza		Blo t 4			Der p 4	Eur m 4			
5	14	neznámá		Blo t 5			Der p 5			Lep d 5	
6	25	chymotrypsin		Blo t 6	Der f 6		Der p 6				
7	26-31	neznámá			Der f 7		Der p 7			Lep d 7	
8	27	glutathion S-transferáza					Der p 8				
9	29	„collagenolytic serine protease“					Der p 9				
10	33-37	tropomyosin		Blo t 10	Der f 10		Der p 10			Lep d 10	Tyr p 10
11	98-110	paramyosin		Blo t 11	Der f 11		Der p 11				
12	14	neznámá		Blo t 12							
13	15	„fatty acid-binding protein“	Aca s 13	Blo t 13	Der f 13					Lep d 13	Tyr p 13
14	177	„apolipophorin“			Der f 14		Der p 14	Eur m 14			
15	98-109	chitináza			Der f 15						
16	53	gelsolin/villin			Der f 16						
17	53	„calcium binding protein“			Der f 17						
18	60	chitináza			Der f 18						
19	7	„anti-microbial peptide homologue“		Blo t 19							
20	neznámá	arginin kináza					Der p 20				
21	neznámá	neznámá		Blo t 21			Der p 21				
22	neznámá	neznámá			Der f 22						
23	14	neznámá					Der p 23				
24	18	troponin C									Tyr p 24

Tabulka 3: Přehled alergenů roztočů

Zdroj: <http://www.allergen.org/Allergen.aspx> [cit. 2009-4-10]

8. Možnosti eliminace alergenů v životním prostředí člověka

Alergeny skladištních a prachových roztočů významně ovlivňují kvalitu životního prostředí člověka. Pokud jsou přítomny v prostředí bytů, kanceláří, pracovního prostředí, tak slouží jako tzv. provokující látky, které mohou zapříčinit vznik alergie jak akutní tak chronické.

Jednou z možností eliminace některých alergických onemocnění je snížení vystavování se alergenům (Woodcock & Custovic, 2000). Bylo dokázáno, že vystavování se alergenům je rizikovým faktorem:

- Alergické senzitivizace
- Alergických onemocnění u přecitlivělých osob
- Zvýšení vážnosti alergického onemocnění u těch pacientů, kteří jsou přecitlivělí a současně vystaveni alergenům

Zdroj: (Woodcock & Custovic, 2000)

Aby se předešlo kontaktům s alergeny, je třeba určit zdroje a rezervoáry alergenů. Mezi nejčastější diskutované alergeny řadíme: roztoče, psy, kočky, pyly, půdu, šváby nebo hlodavce (Bessot *et al.*, 1993).

U prachových roztočů jsou hlavním rezervoárem matrace. Dalším důležitým rezervoárem jsou koberce. Podlahy pokryté kobercem hromadí více prachu a alergenů než hladké podlahy. Polštáře, příkrývky a jiné textilní objekty jsou ekologickými nikami, které obsazují roztoči (Bessot *et al.*, 1993). U matrace, polštáře a příkrývky je nejefektivnějším opatřením jejich pokrytí obalem nepropustným alergenům roztočů. Vývoj takových obalů je ovšem komplikovaný, vzhledem k tomu, že by tento obal měl být také pohodlný. Všechny lůžkoviny by se měly prát na více než 55 °C (tato teplota zabíjí roztoče). Koberce, které jsou položeny přes celou místnost, by měly být nahrazeny lakovaným dřevem nebo PVC. Díky tomu, že koberce jsou rezervoárem roztočů, mohou být postele znovu zamořeny právě z tohoto zdroje. Parním čištěním koberců můžeme roztoče zabít nebo snížit množství alergenů. Intenzivním vysáváním se může do vzduchu dostat velké množství prachu, i když redukuje alergeny z jejich rezervoárů. Vysavače s nevhodným výfukovým filtrem mohou při použití výrazně zvýšit množství alergenů ve vzduchu. Použití HEPA filtrů se tedy doporučuje hlavně

u astmatiků. Použití tekutého dusíku k hubení roztočů lze také použít, ale s pravidelnými opětovnými aplikacemi (Woodcock & Custovic, 2000).

Existuje také množství různých chemikálií, které hubí roztoče (akaricidy). Například tuhé estery kyseliny benzoové. Důležitý je způsob aplikace a frekvence dalších aplikací, které jsou nutností (Platts-Mills & de Weck, 1989).

Díky tomu, že se alergeny roztočů vyskytují ve vzduchu jen po určité disturbanci, je filtrace vzduchu nebo použití ionizérů zbytečné (to je použitelné u alergenů z domácích mazlíčků, které se vyskytují na malých částicích a jsou přítomny volně ve vzduchu). Pro nárůst populace roztočů je podstatná vlhkost v jejich mikrohabitatu. Redukování vlhkosti mechanickou ventilací za pomoci jednotky pro rekuperaci tepla nebo odvlhčovačů je efektivní pouze v oblastech s vhodným klimatem – kde jsou suché a studené zimy. Jinde snižování celkové vlhkosti nepřispěje k snížení vlhkosti v mikrohabitatu roztočů (např. uprostřed matrací) (Woodcock & Custovic, 2000).

Roztoči jsou také citliví na vyšší teploty. Při zvýšené teplotě funguje jejich mechanismus pohlcování vlhkosti pouze při zvýšené relativní vlhkosti a po 40 minutách při teplotě 45 °C umírají. Z toho vyplývá, že snižování vlhkosti se zvýšenou teplotou je možný způsob kontroly počtu roztočů. Dalším faktorem je, že se roztoči docela rychle pohybují, podle toho, kde se zrovna vyskytují vhodné podmínky pro jejich život. Běžně se pohybují v matracích. Proto je nezbytné postihnout při jejich zbavování celou postel (Wadsö & Svennberg, 2005).

9. Závěr

V této práci bylo cílem shrnout základní poznatky o roztočích, které se týkají jak původu roztočů, anatomie či jejich vývoje a biologie. Zabývala jsem se také rozdělením roztočů a jejich nejvýznamnějšími zástupci. Vzhledem k jejich vlivu na životní prostředí je v práci diskutován jejich ekonomický a medicínální význam.

Jelikož jsou roztoči nedílnou součástí životního prostředí člověka, byla tato práce z velké části zaměřena také na roztoče způsobující alergie a popsání konkrétních alergenů, které toto onemocnění vyvolávají. Další kapitola se zabývá možnostmi eliminace těchto alergenů, popřípadě roztočů. Byly vysvětleny také základní principy vzniku alergií. Alergie je onemocnění, se kterým se v dnešní době setkáváme ve velké míře, proto roztoči nemohou být přehlíženi jako závažní původci tohoto onemocnění.



10. Seznam literatury

1. Alberti, G., Coons, L. B.: Acari: Mites. In Chelicerate Arthropoda. New York: Willey - Liss, 1999, s. 515-876.
2. Alberti, G., Schuster, R., Murphy, P.: The Acari: Reproduction, development and life-history strategies. New York: Chapman & Hall, 1991, s. 554.
3. Arlian, L.: Arthropod allergens and human health. *Annual Review of Entomology*, January 2002, vol. 47, s. 395-433.
4. Anonymous 1: Institute for international cooperation in animal biologics: Psoroptes ovis, sheep scab mite. Iowa: The center for food security and public health, 2005, s. 2.
5. Bernd, L. A., Artura, L. K., Antunes, H. B.: Oral anaphylaxis to mites. *Allergy*, 2001, vol. 56, s. 83-84.
6. Bessot, J. C., De Blay, F., Pauli, G.: From allergen sources to reduction of allergen exposure. *European respiratory journal*, 1993, vol. 7, s. 392-397.
7. Brady, J.: Litter Mites and their Effects on Poultry. *World's Poultry Science Journal*, 1970, vol. 26, s. 658-668.
8. Bravo, C., Ortiz, I. L., Soto, A. O., González Vázquez, R.: Allergy to storage mites. *Allergy*, 1999, vol. 54, s. 769-770.
9. Cebolla, R., Pekár, S., Hubert, J.: Prey range of the predatory mite *Cheyletus malaccensis* (Acari: Cheyletidae) and its efficacy in the control of seven stored-product pests. *Biological Control*, 2009, vol. 50, s. 1-6.
10. Corente, C., Knülle, W.: Trophic determinants of hypopus induction in the stored-product mite *Lepidoglyphus destructor* (Acari: Astigmata). *Experimental and Applied Acarology*, 2003, vol. 29, s. 89-107.
11. Erban, T.: Bakterie jako potrava synantropních roztočů (Acari: Acaridida). Praha: Univerzita Karlova. Přírodovědecká fakulta. Katedra zoologie, 2006, s. 72. Vedoucí diplomové práce Prof. RNDr. Jaroslav Smrž, CSc.
12. Erban, T., Erbanova, M., Nesvorná, M., Hubert, J.: The Importance of Starch and Sucrose Digestion in Nutritive Biology of Synanthropic Acaridid Mites: α -Amylases and α -

- Glucosidases are Suitable Targets for Inhibitor-Based Strategies of Mite Control. *Archives of Insect Biochemistry and Physiology*, 2009, vol. 71, iss. 3, s. 139-158 (in press).
13. Erban, T., Hubert, J.: Determination of pH in the midgut compartments of acaridid mites. *Journal of insect science*, 2009b (in press).
 14. Erban, T., Hubert, J.: Digestive function of lysozyme in synanthropic acaridid mites enables utilization of bacteria as a food source. *Experimental and Applied Acarology*, 2008, vol. 44, s. 199-212.
 15. Fernandez-Caldas, E., Lockey, R. F.: *Blomia tropicalis*, a mite whose time has come. *Allergy*, 2004, vol. 59, s. 1161–1164.
 16. Gelber, L., Seltzer, L. H., Bouzoukis, J. K., Pollart, S. M., Chapman, M. D., Platts-Mills, T. A. E.: Sensitization and exposure to indoor allergens as risk factors for asthma among patients presenting to hospital. *The American review of respiratory disease*, 1993, vol. 147, s. 573-578.
 17. Griffiths, D. A., Hodson, A. C., Christensen, C. M.: Grain Storage Fungi Associated with Mites. *Journal of Economic Entomology*, 1959, vol. 52, s. 514-518.
 18. Hakkaart, G. A., Aalberse, R. C., Van Ree R.: Lack of lysozyme activity of natural and yeast-derived recombinant Der p 2. *International archives of allergy and immunology*, 1997, vol. 114, s. 202-204.
 19. Hakkaart, G. A., Harmsen, N. M., Chua, K. Y., Thomas, W. R., Aalberse, R. C., Van Ree, R.: Expression of the house dust mite allergen Der p 2 in the baker's yeast *Saccharomyces cerevisiae*. *Clinical and experimental allergy*, 1998, vol. 28, s. 45-52.
 20. Halliday, R. B.: Health and safety issues related to mites in stored grain. *Stored grain in Australia*, 2003, s. 116-118.
 21. Harris, J., Mason, D., Li, J., Burdick, K., Backes, B., Chen, T., Shipway, A., Van Heeke, G., Gough, L., Ghaemmaghami, A.: Activity profile of dust mite allergen extract using substrate libraries and functional proteomic microarrays. *Chemistry and Biology*, 2004, vol. 11, s.1361-1372.
 22. Hubert, J., Stejskal, V., Kubátová, A., Munzbergová, Z., Váňová, M., Žďárková, E.: Mites as selective fungal carriers to stored grain habitats. *Experimental and Applied Acarology*, 2003, vol. 29, s. 69-87.

23. Hubert, J., Kudlíková, I.: The comparison of allergen classes in stored-product and house-dust mites (Acari: Acaridida). *Integrated Protection of Stored Products*, 2007, vol. 30, s. 145-157.
24. Hughes, A.M.: The mites of stored food and houses. Technical bulletin 9. London: Her Majesty's Stationery Office, 1976, s.400.
25. Charpin, D., Kleisbauer, J. P., Lanteaume, A., Razzouk, H., Vervloet, D., Toumi, M., Faraj, F., Charpin, J.: Asthma and allergy to house-dust mites in populations living in high altitudes. *Chest*, 1988, vol. 93 , s. 758-761.
26. Charpin, D., Birnbaum, J., Haddi, E., Genard, G., Lanteaume, A., Toumi, M., Faraj, F., Van Der Brempt, X., Vervloet, D.: Altitude and allergy to house-dust mites. *The American review of respiratory disease*, 1991, vol. 143 , s. 983-986.
27. Ichikawa, S., Takai, T., Inoue, T., Yuuki, T., Okumura, Y., Ogura, K., Inagaki, F., Hatanaka, H.: NMR study on the major mite allergen Der f 2: Its refined tertiary structure, epitopes for monoclonal antibodies and characteristics shared by ML protein group members. *Journal of biochemistry*, 2005, vol. 137, iss. 3, s. 255-263.
28. Jeong, K. Y., Lee, I. Y., Ree, H. I., Hong, C. S., Yong, T. S.: Localization of Der f 2 in the gut and fecal pellets of *Dermatophagoides farinae*. *Allergy*, 2002, vol. 57, iss. 8, s. 729-731.
29. Kauffman, H. F., Tamm, M., Timmerman, J. A. B., Borger, P.: House dust mite major allergens Der p 1 and Der p 5 activate human airway-derived epithelial cells by protease-dependent and protease-independent mechanisms. *Clinical and Molecular Allergy*, 2006, vol. 4, s. 5.
30. Kudlíková-Křížková, I., Klaudyová, A., Hubert, J.: Přehled jednotlivých tříd alergenů u prachových a skladištních roztočů. *Alergie*, 2005, vol. 4, s. 272-280.
31. Litzman, J., Kuklínek, P., Rybníček, O.: Alergologie a klinická imunologie. Brno: Institut pro další vzdělávání pracovníků ve zdravotnictví, 2001, s. 144.
32. Luxton, M.: Studies on the oribatid mites of Danish beech wood Soil. *Pedobiologia*, 1972, vol. 12, s. 434-463.
33. Meno, K., Thorsted, P. B., Ipsen, H., Kristensen, O., Larsen, J. N., Spangfort, M. D., Gajhede, M., Lund, K.: The Crystal Structure of Recombinant proDer p 1, a Major House Dust Mite Proteolytic Allergen. *The Journal of Immunology*, 2005, vol. 175, s. 3835-3845.

34. Norton, R. A.: Morphological evidence for the evolutionary origin of Astigmata (Acari : Acariformes). *Experimental and Applied Acarology*, 1998, vol. 22, s. 559-594.
35. O'Connor, B. M.: Evolutionary Ecology of Astigmatid Mites. *Annual Review of Entomology*, 1982, vol. 27, s. 385-409.
36. O'Connor, B. M.: Evolutionary origins of astigmatid mites inhabiting stored products. *Recent advances in acarology*, 1979, s.273-278.
37. Olsson, S., Van Hage-Hamsten, M.: Allergens from house dust and storage mites: similarities and differences, with emphasis on the storage mite *Lepidoglyphus destructor*. *Clinical & Experimental Allergy* , 2000, vol. 30, s. 912-919.
38. Platts-Mills, T. A. E., De Weck, A. L.: Dust mite allergens and asthma – A worldwide problem. *Journal of allergy and clinical immunology*, 1989, vol. 83, s. 416-427.
39. Quoil, E., Bessot, J. C., Kopferschmitt-Kubler, M. C., Fraisse, P., Pauli, G.: Positive skin tests to aeroallergens and month of birth. *Allergy*, 1988 vol. 43, s. 127-131.
40. Saarinen, U. M., Kajosaari, M.: Breastfeeding as prophylaxis against atopic disease: prospective follow-up study until 17 years old. *The Lancet*, 1995, vol. 346, iss. 8982, s. 1065-1069.
41. Sanchez-Ramos, I., Hernández, C. A., Castañera, P., Ortego, F.: Proteolytic activities in body and faecal extracts of the storage mite, *Acarus farris*. *Medical and Veterinary Entomology*, 2004, vol. 18, s. 378-386.
42. Savelkoul, H. F. J., Neijens, H. J.:The immunology of fetuses and infants - Immune responses during allergic sensitization and the development of atopy. *Allergy*, 2000, vol. 55, iss. 11, s. 989-997.
43. Sidenius, K. E., Hallas, T. E., Stenderup, J., Poulsen, L. K., Mosbech, H.: Decay of house.dust mite allergen Der f 1 at indoor climatic conditions. *Annals of Allergy, Asthma and Immunology*, 2002, vol. 89, s. 34-37.
44. Simons,E., Curtin-Brosnan, J., Buckley, T., Breysse, P., Eggleston, P. A.: Indoor Environmental Differences between Inner City and Suburban Homes of Children with Asthma. *Journal of Urban Health*, 2007, vol. 84, s. 577-590.
45. Solomon, M. E.: Tyroglyphid mites in stored products. Nature and amount of damage to wheat. *Annals of Applied Biology*, vol. 33, iss. 3, s. 280 – 289.

46. Sporik, R., Holgate, S. T., Platts-Mills, T. A., Cogswell, J. J.: Exposure to house dust mite allergen (Der p 1) and the development of asthma in childhood: a prospective study. *The New England Journal of Medicine*, 1990, vol. 323, s. 502-507.
47. Stejskal, V., Hubert, J.: Risk of occupational allergy to stored grain arthropods and false pest-risk perception in Czech grain stores. *Annals of Agricultural and Environmental Medicine*, 2008, vol. 15, s. 115-167.
48. Šobotník, J., Alberti, G., Weyda, F., Hubert, J.: Ultrastructure of the digestive tract in *Acarus siro* (Acari: Acaridida). *Journal of Morphology*, 2008, vol. 269, s. 54-71.
49. Thomas, W., Smith, W., Hales, B.: The allergenic specificities of the house dust mite. *Chang Gung Medical Journal*, 2004, vol. 27, s. 563-569.
50. Tovey, E., Baldo, B. A.: Localization of antigens and allergens in thin sections of the house dust mite, *Dermatophagoides pteronyssinus* (Acari: Pyroglyphidae). *Journal of Medical Entomology*, 1990, vol. 27, s. 368-376.
51. Tovey, E., Chapman, M. D., Platts-Mills, T.: Mite faeces are a major source of house dust allergens. *Nature*, 1981, vol. 289, s. 592-593.
52. Turner, K. J., Stewart, G. A., Woolcock, A. J., Green, W., Alpers, M. P.: Relationship between mite sensitivities and the prevalence of asthma: comparative studies in two populations in the Eastern Highlands of Papua New Guinea. *Clinical & Experimental Allergy*, 1988, vol. 18, s. 331-340.
53. Van Hage-Hamsten, M., Johansson, S. G. O., Höglund, S., Tüll, P., Wirén, A., Zetterstrom, O.: Storage mite allergy is common in a farming population. *Clinical & Experimental Allergy*, 1985, vol. 15, s. 555-564.
54. Van Hage-Hamsten, M., Härfast, B., Johansson, S. G. O.: Dust mite allergy: An important cause of respiratory disease in farmers. *American Journal of Industrial Medicine*, 1994, vol. 26, s. 47 – 48.
55. Van Hage-Hamsten, M., Johansson, S.G.O.: Storage mites. *Experimental & Applied Acarology*, 1992, vol. 16, s. 117-128.
56. Van Woerden, H.: Dust mites living in human lungs – the cause of asthma? *Medical Hypotheses*, 2004, vol. 63, s. 193-197.
57. Votava, M.: *Lékařská mikrobiologie speciální*. Brno: Neptun, 2003, s. 495.

58. Wadsö, L., Svennberg, K.: Bedrooms without house dust mites. Lund: Lund Institute of Technology, Lund University, 2005, s. 69.
59. Warner, J., Little, S. A., Pollock, I., Longbottom, J. L., Warner, J. O.: The influence of exposure to house dust mites, cat, pollen and fungal allergens in the home on primary sensitization in asthma. *Pediatric Allergy and Immunology*, 1991, vol. 1, s. 79 – 86.
60. Woodcock, A., Custovic, A.: Allergen avoidance. *Schweiz Med Wochenschr*, 2000, vol. 130, s. 1903-1908.

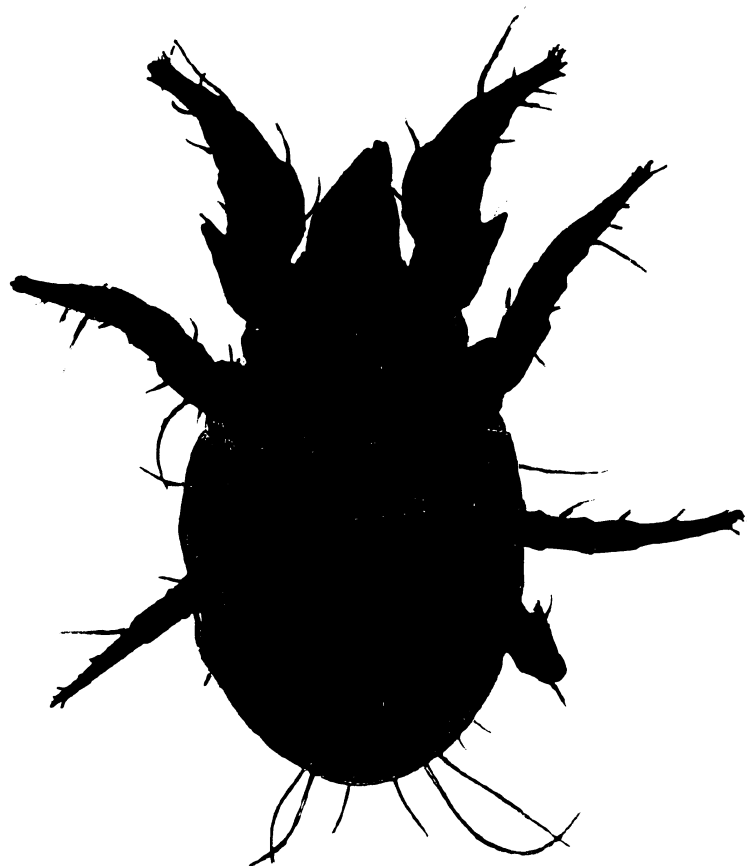
URL:

61. Walter, D.E., Krantz, G., Lindquist, E.: Acari. *Tree of life web project*. [online] 1996-12-13. [cit. 2009-3-20] <http://tolweb.org/Acari/2554>.
62. International Union of Immunological Societies: List of allergens. *Allergen nomenclature*. [online] 2009-5-27. [cit. 2009-4-10] <http://www.allergen.org/Allergen.aspx>.

11. Přílohy

11.1 Fotografie roztočů

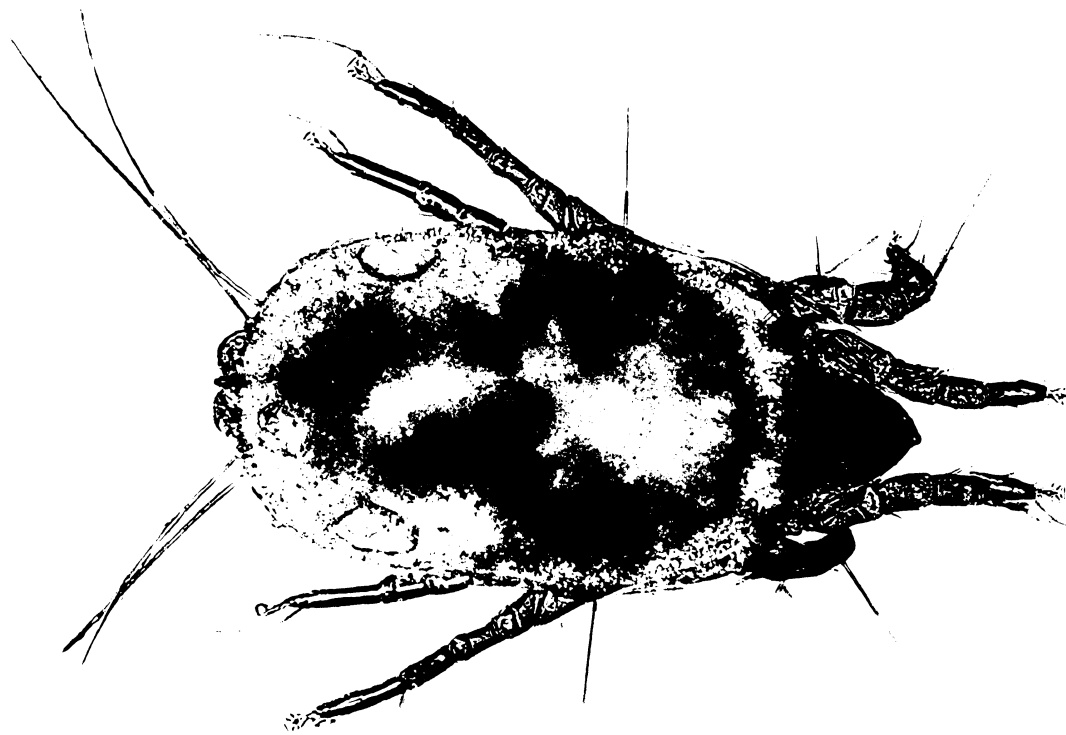
Obrázek 1: *Acarus siro*



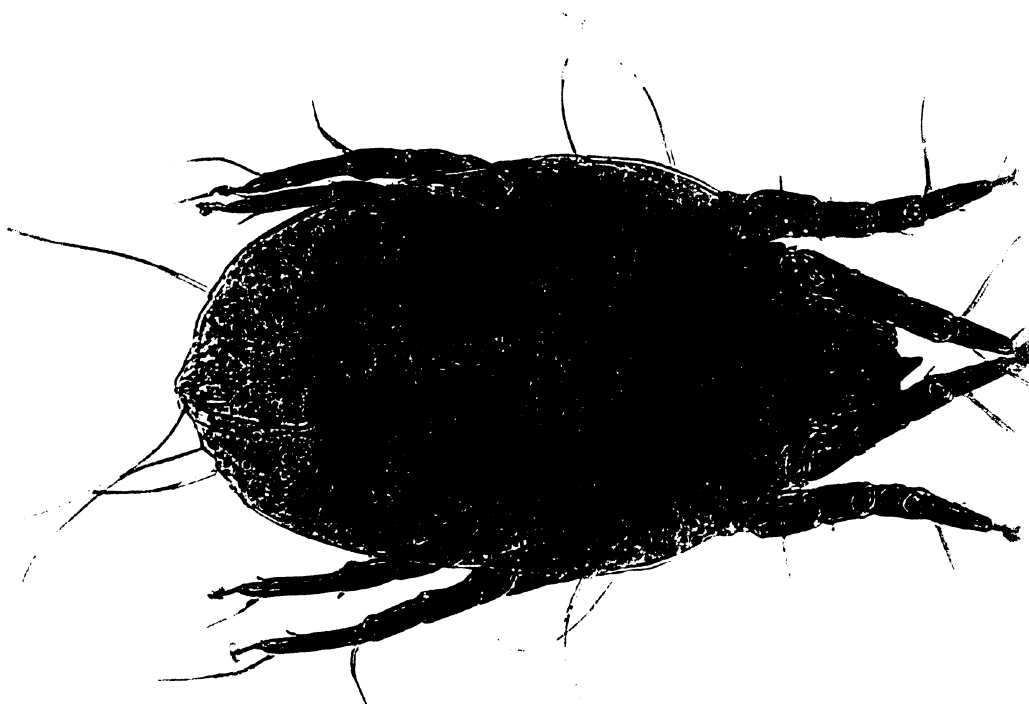
Obrázek 2: *Aleuroglyphus ovatus*



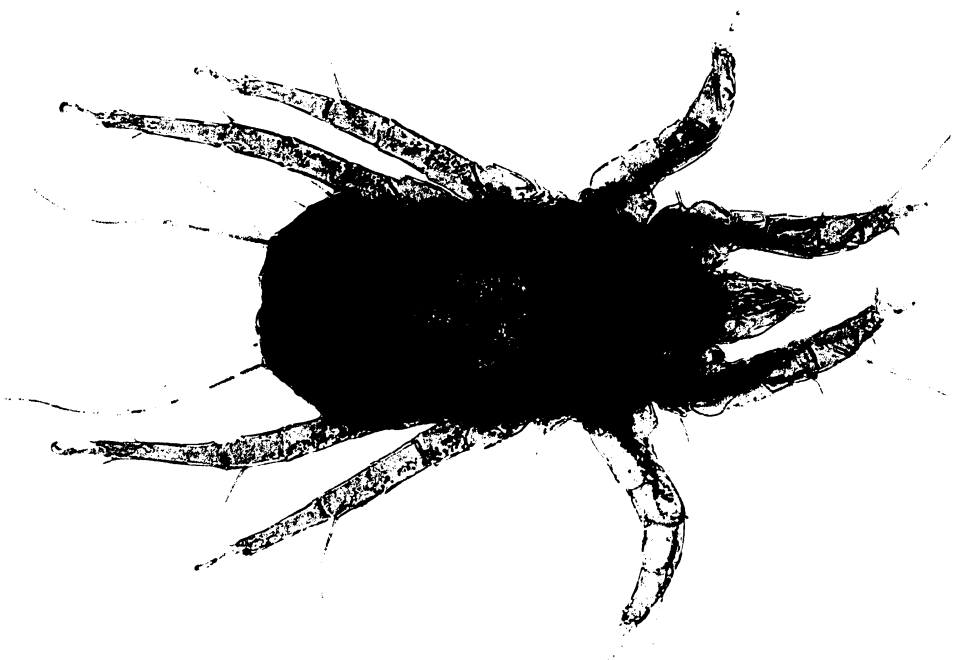
Obrázek 3: *Dermatophagoides pteronyssinus*



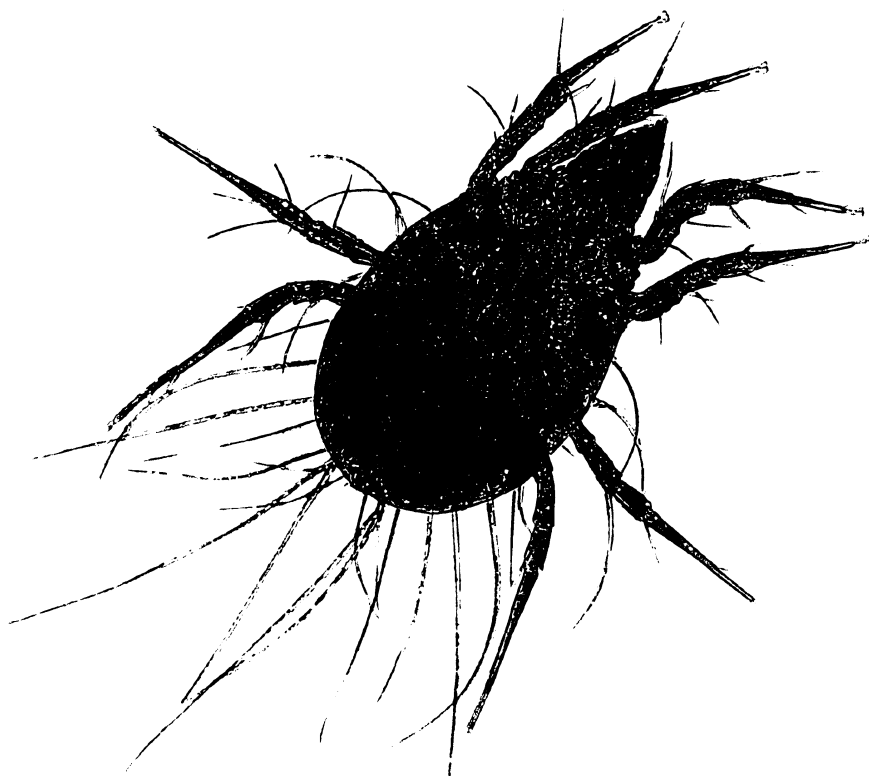
Obrázek 4: *Dermatophagoides farinae*



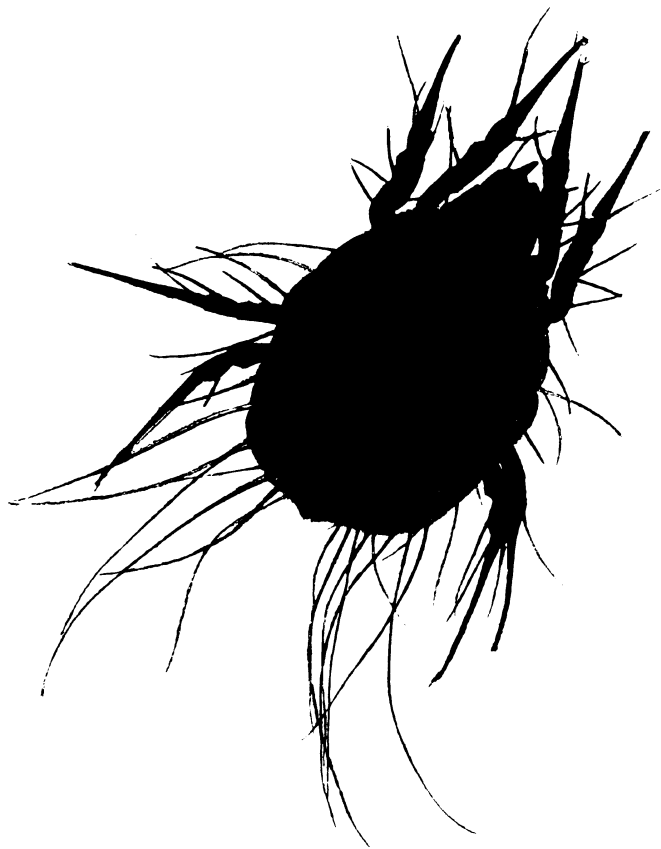
Obrázek 5: *Carpoglyphus lactis*



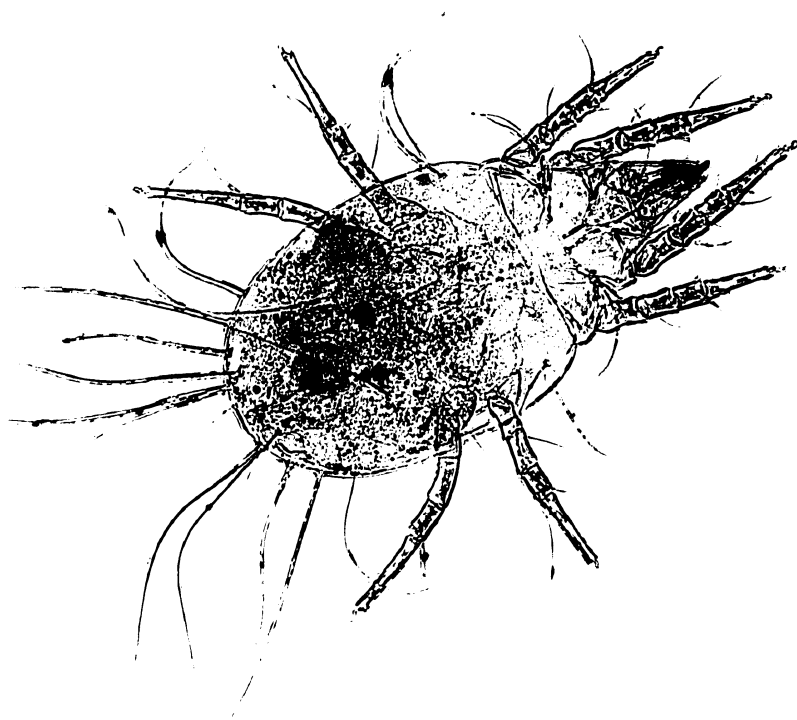
Obrázek 6: *Glycyphagus domesticus*



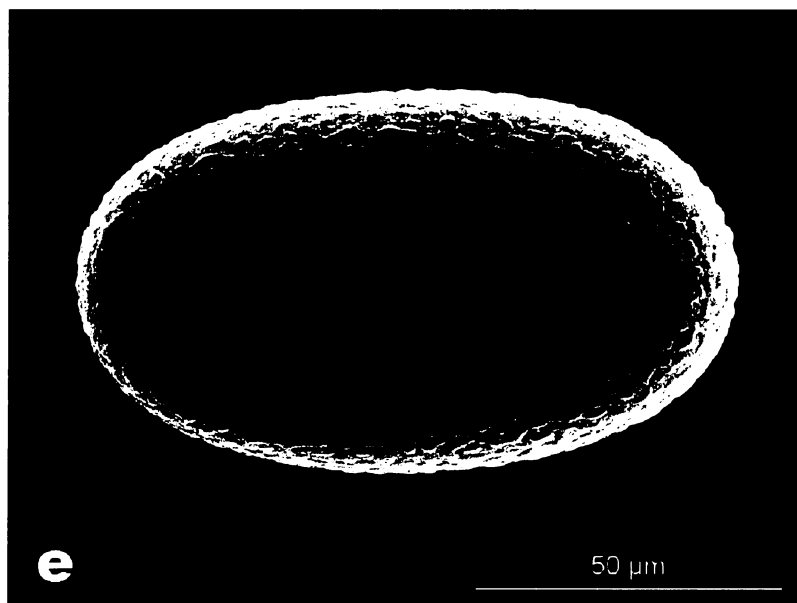
Obrázek 7: *Lepidoglyphus destructor*



Obrázek 8: *Tyrophagus putrescentiae*



Obrázek 9: Vajíčko roztoče (foceno elektronovým mikroskopem, foto Ing. Zuzana Kučerová)



Obrázek 10: Druh *Carpoglyphus lactis* na meruňkách (foto Mgr. Tomáš Erban)



Obrázek 11: *Lepidoglyphus destructor* na plísni (foto Mgr. Tomáš Erban)



Obrázek 12: *Lepidoglyphus destructor* na plísni (foto Mgr. Tomáš Erban)

